



CARACTERÍSTIQUES DE LES VARIABLES ISOCINÈTIQUES EN PERSONES AMB GONÀLGIA LLEU

Jenny Faba Martínez

ADVERTIMENT. L'accés als continguts d'aquesta tesi doctoral i la seva utilització ha de respectar els drets de la persona autora. Pot ser utilitzada per a consulta o estudi personal, així com en activitats o materials d'investigació i docència en els termes establerts a l'art. 32 del Text Refós de la Llei de Propietat Intel·lectual (RDL 1/1996). Per altres utilitzacions es requereix l'autorització prèvia i expressa de la persona autora. En qualsevol cas, en la utilització dels seus continguts caldrà indicar de forma clara el nom i cognoms de la persona autora i el títol de la tesi doctoral. No s'autoritza la seva reproducció o altres formes d'explotació efectuades amb finalitats de lucre ni la seva comunicació pública des d'un lloc aliè al servei TDX. Tampoc s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant als continguts de la tesi com als seus resums i índexs.

ADVERTENCIA. El acceso a los contenidos de esta tesis doctoral y su utilización debe respetar los derechos de la persona autora. Puede ser utilizada para consulta o estudio personal, así como en actividades o materiales de investigación y docencia en los términos establecidos en el art. 32 del Texto Refundido de la Ley de Propiedad Intelectual (RDL 1/1996). Para otros usos se requiere la autorización previa y expresa de la persona autora. En cualquier caso, en la utilización de sus contenidos se deberá indicar de forma clara el nombre y apellidos de la persona autora y el título de la tesis doctoral. No se autoriza su reproducción u otras formas de explotación efectuadas con fines lucrativos ni su comunicación pública desde un sitio ajeno al servicio TDR. Tampoco se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al contenido de la tesis como a sus resúmenes e índices.

WARNING. Access to the contents of this doctoral thesis and its use must respect the rights of the author. It can be used for reference or private study, as well as research and learning activities or materials in the terms established by the 32nd article of the Spanish Consolidated Copyright Act (RDL 1/1996). Express and previous authorization of the author is required for any other uses. In any case, when using its content, full name of the author and title of the thesis must be clearly indicated. Reproduction or other forms of for profit use or public communication from outside TDX service is not allowed. Presentation of its content in a window or frame external to TDX (framing) is not authorized either. These rights affect both the content of the thesis and its abstracts and indexes.

TESI DOCTORAL

Jenny Faba Martínez

CARACTERÍSTIQUES DE LES VARIABLES ISOCINÈTIQUES EN PERSONES AMB GONÀLGIA LLEU

Universitat Rovira i Virgili

Jenny Faba Martínez

CARACTERÍSTIQUES DE LES VARIABLES ISOCINÈTIQUES EN PERSONES AMB GONÀLGIA LLEU

TESI DOCTORAL

dirigida per la Dra. Montserrat Giralt Batista

i per la Dra. Rosa Solà Alberich

Departament de Ciències Mèdiques Bàsiques



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Reus, 2017



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

FEM CONSTAR que aquest treball, titulat “**Característiques de les variables isocinètiques en persones amb gonàlgia lleu**”, que presenta la Sra. Jenny Faba Martínez per a l’obtenció del títol de Doctor, ha estat realitzat sota la nostra direcció al Departament Ciències Mèdiques Bàsiques d’aquesta universitat.

Reus, 2 de juny de 2017

Les directores de la tesi doctoral

Montserrat Giralt Batista

Rosa Solà Alberich

AGRAÏMENTS

Aquesta tesi doctoral, m'ha requerit de molt d'esforç i dedicació, però no hagués sigut possible sense la col·laboració desinteressada i el suport de moltes persones, algunes de les quals han estat vital en moments d'angoixa i desesperació, a elles, els hi vull agrair amb sinceritat la seva ajuda.

A la Dra. Giralte i a la Dra. Solà, per ajudar-me en tot moment, sense una bona guia, ara sé, que és impossible portar a terme una tesi doctoral, menys mal que hi estaven quan les he necessitat.

A Carme Casajuana, que per mi és una segona mare, sempre està quan la necessites, sempre té bons consells i bones paraules, sempre t'ajuda a tirar endavant. Sempre has confiat en mi, i per això et dono les gràcies.

Al Servei de Fisioteràpia, Rehabilitació i Logopèdia de l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus, pel treball que hem fet tots junts per portar a terme l'estudi.

A les fisioterapeutes Glòria Bernal, Laura Pérez Roser González i Anna Astilleros, per tot el treball que han realitzat en l'estudi, cadascuna d'elles aporta part dels seus coneixements i m'ajuden de diferent manera, però les he necessitat a totes per completar aquest projecte. Moltes gràcies de tot cor. A Virginia Torruella, a Dolores Mimbrero, a Neus Abajo, Griselda Boqué i a Laura Vidiella per tindre bones paraules d'ànim quan ho he necessitat.

A l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus i al seu Servei de Cirurgia Ortopèdica i Traumatologia, especialment al Dr. Víctor López de Frutos per la implicació i les hores que hem treballat conjuntament en l'estudi.

A tots els pacients que han participat en l'estudi.

A la Universitat Rovira i Virgili.

I com no, agrair a la meua família per estar ajudant-me sempre en els moments difícils, al meu marit, aquesta etapa última ha estat molt complicada i m'has recolzat en tot moment, tant amb molts ànims i amor com a l'hora de l'elaboració de detalls d'aquesta tesi. Als meus pares i

germana, que no han parat d'animar-me fins que ho he aconseguit, sense ells m'hagués sigut impossible portar-ho a terme. I sobretot sobretot sobretot a la incorporació d'un nou membre a la meva família, la meva filla Manuela, pel somriure que sempre em dedica en qualsevol moment del dia, t'estimo moltíssim.

I a tots els que han contribuït d'alguna manera en la realització de l'estudi i d'aquesta tesi.

RESUM

Introducció. L'artrosi de genoll es caracteritzada per un procés de deteriorament del cartílag que afecta a totes les estructures de l'articulació, inclosa la musculatura. A més, en l'artrosi de genoll disminueix la força muscular del quàdriceps encarregat de fer l'extensió. Per tant, la valoració objectiva de la força muscular, utilitzant un dinamòmetre isocinètic aportarà nova informació sobre el genoll amb gonàlgia.

Objectius. L'objectiu principal és valorar els paràmetres isocinètics de força muscular de Pic Torque (PT), Potència (P) i Treball Total (TT) a diferents velocitats angulars, en flexió i en extensió dels diferents grups musculars implicats en l'articulació del genoll i comparar els valors del genoll amb gonàlgia lleu amb el genoll sa de la mateixa persona. Els objectius secundaris són comparar l'equilibri de la musculatura flexora i extensora de genoll amb els diferents paràmetres isocinètics, comparar la diferència de pèrdua de força muscular de les variables PT, P i TT entre el genoll sa i el genoll amb gonàlgia lleu del homes i de les dones, i determinar la influència de l'edat i l'índex de massa corporal en cada paràmetre isocinètic entre el genoll sa i el genoll amb gonàlgia lleu segons el sexe.

Material i mètode. S'ha realitzat un estudi observacional transversal de les característiques basals dels participants amb gonàlgia lleu, d'acord amb la valoració de l'escala visual analògica entre 3 i 5 cm sobre 10 cm. Es van reclutar 82 participants que complien els criteris d'inclusió. Les variables principals de l'estudi van ser el PT, la P i el TT de la valoració isocinètica a les velocitats de 180°/s i 240°/s pels moviments de flexió i extensió de l'articulació del genoll. S'ha utilitzat un dinamòmetre isocinètic Biodex System 4 Pro (Biodex Medical Systems, Nova York, EUA).

Resultats. La mitjana (\pm Desviació estàndard, DE) d'edat dels participants és 42,48 \pm 11,62anys (61,4% dones i 38,6% homes), la mitjana d'índex de massa corporal és de 25,42 \pm 4,38 kg/m². Els resultats es presenten a la velocitat de 180°/s i 240°/s, però s'han destacat els resultats de 180°/s, donat que reflecteixen la força muscular.

En els menors de cinquanta anys, el genoll amb gonàlgia lleu comparat amb el genoll sa, mostra una disminució del PT en extensió a 180°/s, un -10,6% en homes i un -7,8% en dones ($p < 0,05$, respectivament), mentre que la P i el TT es redueixen tant en el moviment de flexió com en el d'extensió a la velocitat de 180°/s en els dos sexes. En els menors de cinquanta anys, la disminució del TT, en homes és d'un -17% en la flexió i d'un -21,9% en extensió i en les dones la reducció és d'un -21,7% en flexió i d'un -14,8% en extensió ($p < 0,05$, respectivament). En els menors de cinquanta anys, en homes, la P disminueix d'un -13,8% en la flexió i d'un -16% en extensió i en les dones, -12,5% en flexió i -11% en extensió ($p < 0,05$ respectivament). En els majors de cinquanta anys, el TT es troba reduït en extensió tant en homes com en dones, -16% i -14,7% ($p < 0,05$ respectivament) mentre que la P només es troba reduït en homes, un -12,8% ($p < 0,05$).

L'equilibri entre la musculatura flexora i extensora (quotient H/Q) és menor del 60% sense diferències entre el genoll sa i el que presenta gonàlgia lleu. En els homes, la diferència de les variables PT, P i TT entre el seu genoll sa i el de gonàlgia lleu és més gran que en les dones, en extensió, a 180°/s, ($p < 0,05$, respectivament).

En el grup dels obesos, la variable TT es redueix més en l'extensió a 180º/s, tant en homes com en dones, un -28,8% en homes i un -22,1% en dones, ($p < 0,05$ respectivament).

Conclusions. El TT és la variable que mostra la reducció més important entre el genoll sa i genoll amb gonàlgia lleu. A més, el TT i la P, en els menors de cinquanta anys, estan disminuïdes tant en homes com en dones, en flexió i en extensió. En els majors de cinquanta anys el TT està reduït en extensió en ambdós sexes mentre que la P només es troba reduïda en els homes. Donat que totes les reduccions són iguals o superiors al 10%, per tant indiquen rellevància clínica.

Els nostres resultats suggereixen que la pèrdua de la força és no sols del quàdriceps, sinó també dels isquiotibials en els menors de cinquanta anys, i que està més reduïda la força del quàdriceps en els majors de cinquanta anys. En conseqüència, la quantificació objectiva del TT i de la P en els genolls amb gonàlgies lleus serà la base per establir protocols precoços d'actuació de fisioteràpia per frenar la progressió de la pèrdua muscular i per tant de l'artrosi incipient de genoll.

Paraules clau: dinamòmetre isocinètic, artrosi de genoll, isquiotibials, quàdriceps, Treball Total.

ABREVIATURES

ATP	Adenosin trifosfat
CEIC	Comitè d'ètica
CIH	Conferència internacional d'Harmonització
EVA	Escala visual analògica
HUSJR	Hospital Universitari Sant Joan de Reus
H/Q	Hamstrings/quadriiceps
IC	Intèrval de confiança
ICC	Coeficient de correlació interclasse
IMC	Índex de massa corporal
J	Joules
N-m	Newton per metre
OARSI	Osteoarthritis Research Society Internacional
P	Potència
PT	Pic torque
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
TT	Treball total
W	Watts

ÍNDEX

INTRODUCCIÓ	1
1.El genoll	3
1.1. Anatomia del genoll	3
1.2. Meniscs	5
1.3. Capsula articular	5
1.4. Membrana sinovial i líquid sinovial	6
1.5. Lligaments	7
1.6. Músculs	9
2. Biomecànica del genoll	19
3. Organització estructural i fisiològica del múscul esquelètic	22
3.1. Estructura d'una fibra muscular	24
3.2. Tipus de fibres musculars	27
4. Força muscular	31
4.1. Força muscular i els seus tipus	31
4.2. Treball muscular i els seus tipus	32
4.3. Valoració de la força muscular	35
5. Isocinèsia: Història i actualitat	36
6. Dinamòmetre isocinètic	37
6.1. Protocol d'una prova isocinètica	41
7. Artrosi: Artrosi de genoll	45
7.1. Etiopatogènia	45
7.2. Anatomia patològica	46
7.3. Clínica	47
7.4. Valoració de l'artrosi de genoll	50

Índex

HIPÒTESI I OBJECTIUS	53
1. Hipòtesi	55
2. Objectius	56
MATERIAL I MÈTODES	57
1. Disseny de l'estudi	59
1.1. Tipus d'estudi	59
1.2. Ètica	60
2. Població d'estudi	61
2.1. Descripció de la població	61
2.2. Criteris d'inclusió i d'exclusió	62
2.3. Mida de la mostra	63
3. Variables	63
4. Valoració isocinètica de la força muscular	67
5. Anàlisi estadística	71
RESULTATS	73
1. Descripció de la població	75
2. Resultats isocinètics	76
2.1. Paràmetres Isocinètics Pic Torque, Potència, Treball Total classificat per sexe	76
2.1.1. Pic Torque	76
2.1.2. Potència	77
2.1.3. Treball Total	79
2.2. Paràmetres Isocinètics Pic Torque, Potència, Treball Total classificat per sexe i per rang d'edat	80
2.2.1. Pic Torque	80
2.2.2. Potència	82

Índex

2.2.3. Treball Total	85
2.3. Paràmetres Isocinètics Pic Torque, Potència, Treball Total classificat per sexe i categories de l'índex de massa corporal	87
2.3.1. Pic Torque	87
2.3.2. Potència	91
2.3.3. Treball Total	95
2.4. Variable diferència de la força muscular entre genoll sa i genoll amb gonàlgia lleu entre sexes	98
2.4.1. Variable diferència segons el sexe	99
2.4.2. Variable diferència i rang d'edat	100
2.4.3. Variable diferència segons i categories de l'índex de massa corporal	101
2.5. Quocient H/Q	102
2.5.1. Quocient H/Q classificat per sexe	102
2.5.2. Quocient H/Q classificat per sexe i rang d'edat	103
2.5.3. Quocient H/Q classificat per sexe i categories de l'índex de massa corporal	104

DISCUSSIÓ	107
------------------	------------

CONCLUSIONS	121
--------------------	------------

BIBLIOGRAFIA	125
---------------------	------------

INTRODUCCIÓ

1. EL GENOLL

El genoll és l'articulació central dels membres inferiors de les persones. Aquesta articulació està constituïda per diferents estructures, os, cartílag, càpsula articular, membrana sinovial, líquid sinovial i lligaments. Els músculs i els tendons ajuden que l'articulació del genoll es mogui (Kasper DL, 2016).

Per entendre els moviments de l'articulació del genoll, es precisa el coneixements de les estructures que constitueixen aquesta articulació.

Els problemes de les estructures del genoll poden provocar dolor i dificultats per caminar. A continuació, es detallaran els diversos components de l'articulació del genoll (Kasper DL, 2016).

1.1. Anatomia del genoll

El genoll és una articulació tipus diartrosi, ja que és una articulació en forma de frontissa que permet el moviment al voltant d'un únic eix. És l'articulació sinovial més gran del cos humà i té una arquitectura mecànica complexa que engloba dues articulacions secundàries incloses en la mateixa càpsula: *a)* per una part, inclou l'**articulació femoropatel·lar**, formada pel fèmur i la ròtula, la qual permet dirigir la tracció del múscul quàdriceps femoral en sentit anterior sobre el genoll fins a la tíbia sense que el tendó es desgasti i aguantant el pes, fent de braç de palanca; i *b)* i per l'altra, inclou l'**articulació femorotibial**, formada pel fèmur i la tíbia (Drake RL et al., 2015).

El moviment fonamental que té l'articulació del genoll és el de flexoextensió (moviment que és mou al voltant d'un únic eix), tot i que de manera accessòria té la capacitat de fer rotacions sobre l'eix longitudinal de la cama quan es troba en flexió.

A causa que l'articulació del genoll participa en el suport del pes corporal, té un mecanisme de bloqueig que és molt eficaç per reduir el grau d'energia muscular necessària per mantenir l'articulació en extensió durant la bipedestació (Drake RL et al., 2015).

Les superfícies articulars que participen en l'articulació del genoll es troben recobertes del cartílag hialí.

Introducció

Les superfícies articulars que formen l'**articulació femorotibial** són (Hirschmann MT i Müller W, 2015) (figura 1):

- ✓ Els dos còndils femorals, que són unes superfícies corbes i arrodonides que formen una superfície convexa.
- ✓ Les superfícies adjacents de la cara superior del platet tibial, que pràcticament són planes però que arriben a formar certa concavitat.

Les superfícies articulars que formen l'**articulació femoropatel·lar** són:

- ✓ Els dos còndils femorals, igual que en l'articulació femoropatel·lar.
- ✓ La ròtula, que és l'os sesamoide més gran del cos humà, i que per la part posterior és una superfície relativament còncava que articula amb els còndils femorals.

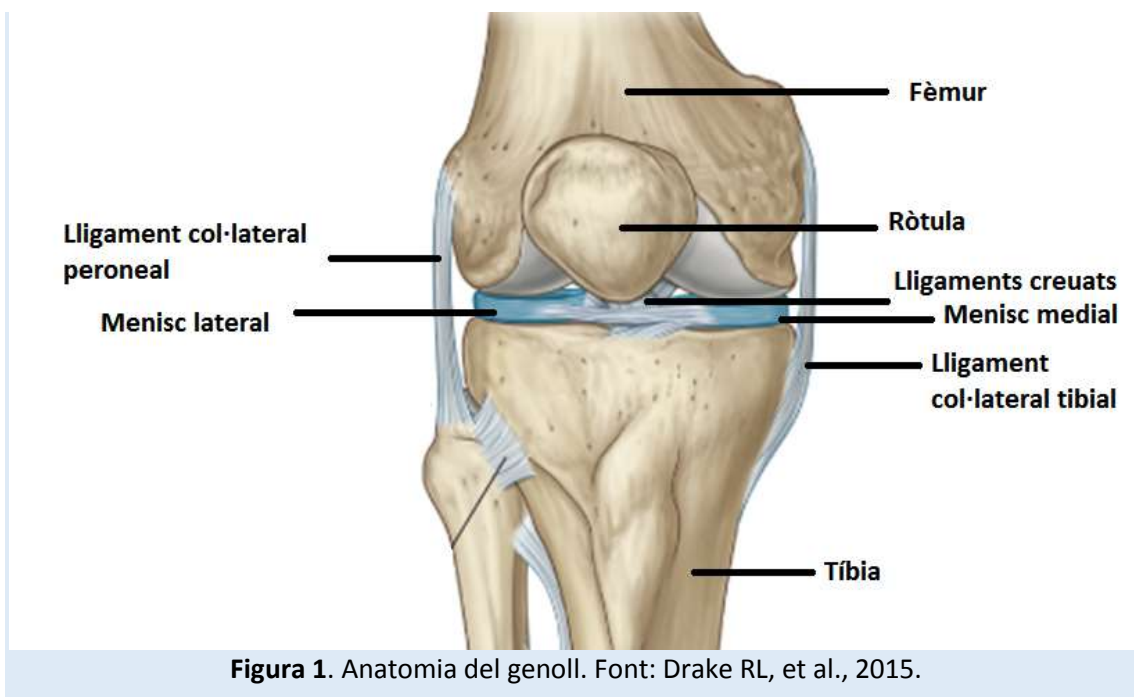


Figura 1. Anatomia del genoll. Font: Drake RL, et al., 2015.

Les superfícies articulars es troben dins d'una única cavitat articular, igual que els meniscs intraarticulars que s'ubiquen entre els còndils femorals i el platet tibial (Drake RL et al., 2015).

1.2. MENISCS

L'articulació femorotibial presenta dos meniscs (figura 1). Aquests meniscs estan formats de cartílag fibrocartilaginós i tenen forma de mitja lluna.

- ✓ El menisc situat a la part interna s'anomena *menisc medial* i presenta la forma d'una C.
- ✓ El menisc situat a la part externa s'anomena *menisc lateral* i presenta la forma d'una O casi completa.

Els meniscs s'interconnecten a nivell anterior per un lligament anomenat *lligament transvers* del genoll. A part, el menisc extern també es troba connectat al tendó del múscul popliti. Els meniscs milloren la congruència entre els còndils femorals i tibials durant els moviments articulars, en què la superfície dels còndils femorals que s'articula amb el platet tibial varia des de petites superfícies corbes fins a la flexió a grans superfícies planes a l'extensió (Rouviere H i Delmas A, 2005; Drake RL et al., 2015; Kasper DL, 2016).

Existeixen diversos mitjans d'unió per a aquestes articulacions, la càpsula articular i els lligaments.

1.3. CÀPSULA ARTICULAR

La càpsula articular és una beina fibrosa que va des de l'extrem inferior del fèmur fins a l'extrem superior de la tibia. De manera anterior, presenta una continuïtat que correspon a la careta articular de la ròtula. La càpsula articular inclou diferents insercions:

- ✓ La *inserció femoral* de la càpsula envolta la superfície articular. Per la part anterior, la càpsula s'insereix al solc supratroclear. Després es dirigeix de manera posterior sobre la careta lateral de cada còndil. A la part mitja de la cara col·lateral del còndil, la línia d'inserció de la càpsula envolta superiorment el solc lateralsupracondili. Per la part posterior, la inserció de la càpsula s'apropa de nou al cartílag articular, després es fa anterior a la fosa intercondília, on, amb les insercions dels lligaments creuats, es confon (Rouviere H i Delmas A, 2005).
- ✓ La *inserció tibial* passa per la vora anterior de la superfície rugosa de l'àrea intercondília anterior. Per la part posterior, la càpsula articular va pròxima a les caretes

articulars superiors, continua, per després confondre's amb els lligaments creuats. (Rouviere H i Delmas A, 2005).

✓ *La inserció rotular* envolta el cartílag de la careta articular de la ròtula.

La càpsula articular és prima i laxa en quasi tota la seva extensió, excepte a la cara posterior dels còndils, els quals es troben recoberts per resistents casquets fibrosos, anomenats *casquets condilis*. Cada casquet condili es troba unit al cap corresponent del múscul gastrocnemi. Sovint la càpsula desapareix a aquesta altura. El tendó del cap del múscul gastrocnemi es troba en relació directa amb la membrana sinovial de l'articulació.

Pels costats, la càpsula articular es troba unida a la cara externa o perifèrica dels meniscs articulars. Davant del tendó del múscul popliti, la càpsula es troba absent i la membrana sinovial es comunica amb la bossa annexa a aquest tendó (Rouviere H i Delmas A, 2005).

1.4. MEMBRANA I LÍQUID SINOVIÀL

La membrana sinovial envolta la cara interna i profunda de la càpsula articular. Al contorn de les superfícies articulars femorals i tibials, la membrana sinovial forma un fons de sac. A la ròtula, la membrana sinovial acaba directament a la càpsula.

De manera anterior, en sentit superior a la part mitja de la careta rotular del fèmur, la membrana sinovial es relaciona amb la cara profunda del múscul quàdriceps femoral i s'anomena recés subquadrícipital. Normalment, la membrana sinovial només es comunica a través d'un orifici amb la bossa suprarotular situada a la part superior (Rouviere H i Delmas A, 2005; Moore KL et al., 2010).

Al costat tibial, la membrana sinovial forma un plec a la cara medial de l'os. En canvi, al costat peroneal, la membrana sinovial envia de manera profunda al tendó del múscul popliti un diverticle, anomenat recés subpopliti, que pot comunicar-se amb la cavitat de l'articulació tibioperoneal. Aquesta prolongació de la membrana sinovial és el resultat de la comunicació d'una bossa sinovial, situada de manera profunda al tendó del múscul popliti, amb la cavitat articular. Aquesta comunicació es realitza superior i inferior al menisc (Rouviere H i Delmas A, 2005).

Introducció

La membrana sinovial revesteix la cara profunda de la càpsula sinovial en tota la seva extensió, a continuació descendeix per la cara anterior de l'articulació, primer des del fèmur fins a la ròtula i després des de la ròtula fins a la tibia. En aquesta última, la membrana sinovial recobreix el cos adipós infrarotular. De manera posterior, es dirigeix des del fèmur fins a la tibia, però s'uneix col·lateralment a la vora convexa dels meniscs. Aquests últims, constitueixen un envà que divideix la membrana sinovial en dos parts: una femoromeniscal i l'altra meniscotibial.

A la cara posterior de l'articulació, la membrana sinovial forma un plec que es dirigeix anteriorment i revesteix els lligaments creuats. A la cara anterior i inferior de la ròtula, la membrana sinovial es relaciona amb el cos adipós infrarotular del genoll (Rouviere H i Delmas A, 2005).

El cos adipós infrarotular és una massa de greix situada de manera posterior al lligament rotular i a la part no articular de la ròtula, i de manera superior a l'àrea intercondília anterior de la tibia. Pels costats, el cos adipós es prolonga superiorment, al llarg de la meitat inferior de les vores lateral i medial de la ròtula, en forma de coixins adiposos anomenats *plecs alars*.

De la part mitja del cos adipós infrarotular neix un cordó cel·lular adipós que es dirigeix superior i posteriorment a través de la cavitat articular i es fixa a l'extrem anterior de la fosa intercondília. Aquesta última prolongació és el denominat *lligament adipós*.

La membrana sinovial recobreix i separa la cavitat articular del cos adipós infrarotular i les seves prolongacions (Rouviere H i Delmas A, 2005).

La membrana sinovial és la responsable de la producció de líquid sinovial dintre de la càpsula articular. És un líquid viscos i transparent i proporciona lubricació i nutrició al cartílag. El líquid sinovial normalment es troba en poca quantitat en una articulació sana, però sí que sol augmentar quan existeix lesió (Martínez P i Forriol F, 2012).

1.5. LLIGAMENTS

La càpsula articular està reforçada per cinc lligament externs i dos d'interns. Els cinc lligaments externs de l'articulació del genoll són:

- ✓ **Lligament rotular.** Constitueix la part subrotular del tendó d'inserció del múscul quàdriceps femoral a la tibia. S'insereix de manera superior al vèrtex de la ròtula i a la

Introducció

regió contigua de la cara anterior d'aquest os, tot i que s'ha de destacar que les seves fibres superficials no tenen cap fixació rotular i presenten continuïtat amb les fibres tendinoses del múscul quàdriceps femoral. Una bossa sinovial infrarotular profunda separa inferiorment el lligament de la part superior de la tuberositat de la tibia.

- ✓ **Lligaments colaterals.** Es troben als costats de l'articulació, són els que estableixen els moviments de frontissa del genoll. En el moviment d'extensió, els lligaments colaterals contribueixen a l'estabilitat durant la bipedestació. Les seves insercions són:
 - **Lligament col·lateral tibial.** Aquest lligament consta de dos parts, una de principal, situada entre el fèmur i la tibia, que presenta la forma d'una banda ampla molt resistent; l'altra és accessòria, i es troba situada posteriorment a l'anterior (Rouviere H i Delmas A, 2005).
 - **Lligament col·lateral peroneal.** Aquest lligament té forma de cordó arrodonit i gruixut i s'estén des del còndil femoral lateral fins al cap del peroné. S'insereix de manera superior al còndil extern del fèmur. Aquest lligament descendeix amb certa obliqüitat en sentit inferior i posterior i s'insereix a la part anterolateral del cap del peroné. Aquest lligament és independent en tota la seva extensió de la càpsula articular subjacent. El seu extrem inferior es troba recobert pel tendó del múscul bíceps femoral, un dels músculs que constitueix els músculs isquiotibials, del qual està separat per una bossa sinovial (Rouviere H i Delmas A, 2005).
- ✓ **El lligament popliti oblic** constitueix una àmplia expansió fibrosa que es fixa al tendó del múscul semimembranós, un dels músculs que forma els isquiotibials, de manera superior a la tibia; a continuació es dirigeix obliquament en sentit superior i lateral (Moore KL et al., 2010).
- ✓ **El lligament popliti arquejat** reforça de manera posterolateral la càpsula sinovial. Aquest lligament va de la cara posterior del cap del peroné, passa per sobre del tendó

Introducció

del múscul popliti i s'expandeix per damunt de la cara posterior de l'articulació del genoll (Moore KL et al., 2010).

Els dos lligaments interns de l'articulació del genoll són:

- ✓ **Lligaments creuats.** Es tracta de dos cordons fibrosos, curts i molt gruixuts, que s'estenen des de l'espai intercondili de la tibia fins a la fossa intercondílica del fèmur.

Les seves insercions són:

- **Lligament creuat anterior.** S'insereix inferiorment a l'àrea intercondílica anterior de la tibia, a l'espai comprès entre el tubercle intercondili medial i posterior. Des d'aquí el lligament es dirigeix superior, posterior i lateral, i es fixa en una zona d'inserció vertical sobre la meitat posterior de la cara intercondílica del còndil lateral del fèmur. La funció principal d'aquest lligament és evitar l'anteriorització de la tibia (Rouviere H i Delmas A, 2005; Moore KL et al., 2010).
- **Lligament creuat posterior.** Neix de l'àrea intercondílica posterior de la tibia, posterior a les insercions dels meniscs lateral i medial. Les seves insercions es perllonguen inferior i posterior a la part superior de la depressió vertical, que és una continuació de l'àrea intercondílica posterior. Des d'aquest punt, el lligament es dirigeix superior, anterior i medial i acaba, seguint una línia d'inserció horitzontal, a la part anterior de la cara intercondílica del còndil medial del fèmur i al fons de la fossa intercondílica. La funció d'aquest lligament és evitar la posteriorització de la tibia (Rouviere H i Delmas A, 2005; Moore KL et al., 2010).

1.6. MÚSCULS

Els músculs que participen en l'articulació del genoll es disposen en tres compartiments situats a la cuixa:

- ✓ *El compartiment anterior* de la cuixa conté els músculs sartori i els quatre grans músculs del quàdriceps femoral (recte femoral, vast lateral, vast medial i vast intermedi).

Introducció

- ✓ El *compartiment medial* de la cuixa conté cinc músculs (gràcil, pectini, adductor llarg, adductor curt i adductor major. Tots aquests (excepte el pectini que està innervat pel nervi femoral, i part de l'adductor major, innervat pel nervi ciàtic) estan innervats pel nervi obturador. Els músculs d'aquest compartiment tenen acció sobre l'articulació del maluc a excepció del múscul gràcil que, a més de tenir acció sobre el maluc, també la té sobre el genoll.
- ✓ El *compartiment posterior* de la cuixa conté tres grans músculs, denominats *isquiotibials*. Tots aquests estan innervats pel nervi ciàtic (Drake RL et al., 2015).

• COMPARTIMENT ANTERIOR

Els músculs del compartiment anterior actuen sobre les articulacions del maluc i del genoll.

- ✓ El psoas major i l'ilíac actuen sobre l'articulació del maluc.
- ✓ El sartori i el recte femoral (un dels músculs que forma part dels músculs quàdriceps) actuen sobre les articulacions del maluc i del genoll, ja que són dos músculs biarticulars.
- ✓ El vast lateral, medial i intermedi (tres músculs que també formen part del múscul quàdriceps) actuen sobre l'articulació del genoll (Drake RL et al., 2015).

En la taula 1 es descriuen els músculs corresponents al compartiment anterior de la cuixa amb les seves insercions i accions (Drake RL et al., 2015).

Introducció

Taula 1. Músculs del compartiment anterior de la cuixa.

Múscul	Origen	Inserció	Acció
Vast medial o vast intern	Fèmur: part medial de la línia intertrocanteriana, línia pectínia, llavi medial de la línia aspra, línia supracondílea medial	Tendó del quàdriceps femoral i vora medial de la ròtula	Extensió de genoll
Vast intermedi o crural	Fèmur: dos terços superiors de les superfícies anterior i lateral	Tendó del quàdriceps femoral i vora lateral de la ròtula	Extensió de genoll
Vast lateral o vast extern	Fèmur: part lateral de la línia intertrocanteriana, vora del trocànter major, vora lateral de la tuberositat glútea, llavi lateral de la línia aspra	Tendó del quàdriceps femoral	Extensió de genoll
Recte femoral o recte anterior	Espina ilíaca anteroinferior	Tendó del quàdriceps femoral	Flexió de maluc i extensió de genoll

Els tres músculs vasts (**vast medial**, **vast intermedi** i **vast lateral**) i el múscul **recte femoral** conformen el múscul **quàdriceps**, que genera una acció fonamentalment extensora de genoll (figura 2).

Els músculs vasts s'originen en el fèmur mentre que el múscul recte femoral s'origina a l'os de la pelvis. Els vasts i el recte femoral de manera conjunta travessen la ròtula mitjançant el tendó

Introducció

quadricipital i després la tibia mitjançant el lligament rotulià per acabar inserint-se en la tuberositat anterior de la tibia.

El múscul **vast medial o intern**, s'origina a partir d'una línia continua del fèmur, que comença a nivell anteromedial a la línia intertrocanteriana, continua a nivell posteroinferior al llarg de la línia pectínia i després descendeix al llarg de la línia aspra cap a la línia supracondília mitjançant les fibres musculars, les quals convergeixen a la cara medial del tendó del recte femoral i de la vora medial de la ròtula.

El múscul **vast intermedi o crural** que s'origina en els dos terços superiors de les superfícies anterior i lateral del fèmur. Les fibres d'aquest múscul es fonen en el tendó del quàdriceps femoral i també sobre la vora lateral de la ròtula. Un diminut múscul, el múscul articular del genoll, s'origina en el fèmur just per sota de l'origen del vast intermedi i s'insereix a la bossa suprarotular associada a l'articulació del genoll.

El múscul **vast lateral o extern**, és el més gran dels músculs vasts. S'origina en una línia continua d'inserció que comença a nivell anterolateral a la línia intertrocanteriana del fèmur, després envolta en sentit lateral l'os per inserir-se a la vora lateral de la tuberositat glútia i continua cap a baix, seguint la part superior del llavi lateral de la línia aspra. Les fibres musculars convergeixen principalment al tendó rotular i a la vora lateral de la ròtula (Drake RL et al., 2015).

El múscul **recte femoral o recte anterior**, al contrari que els músculs vasts, que només creuen l'articulació del genoll, el múscul recte femoral creua les articulacions del maluc i del genoll.

Per l'extrem proximal, el recte femoral conté dos caps tendinosos que s'originen a l'os de la pelvis:

- Un cap tendinós que comença a l'espina ilíaca anteroinferior, que s'anomena **porció recta**.
- L'altre cap tendinós que neix d'una àrea rugosa de l'ílion immediatament superior a l'acetàbul, que s'anomena **porció reflexa**.

Els dos caps tendinosos del recte femoral s'uneixen per formar un ventre muscular allargat que es disposa per davant del múscul vast intermedi i entre el vast lateral i el vast medial, als quals s'uneix a cada costat.

Introducció

A l'extrem distal, el múscul recte femoral convergeix en el tendó del quàdriceps femoral i s'insereix en la base de la ròtula (Drake RL et al., 2015).

El **l·ligament rotular**, que en aquest cas es pot anomenar tendó rotular, és la continuació funcional del tendó del quàdriceps femoral per sota de la ròtula i s'insereix per damunt al vèrtex i vores de la ròtula i per sota de la tuberositat tibial. Les fibres més superficials del tendó del quàdriceps femoral i del l·ligament rotular es continuen sobre la superfície anterior de la ròtula, i les fibres laterals i medials ho fan als costats de la ròtula.

A més al compartiment anterior es troba el múscul **sartori** és el més superficial del compartiment anterior de la cuixa. És un múscul llarg en forma de cinta que descendeix obliquament a través de la cuixa des de l'espina ilíaca anterosuperior fins a la superfície medial de la porció proximal de la diàfisi de la tibia. La seva inserció aponeuròtica plana a la tibia és immediatament anterior a la inserció dels músculs gràcil i semitendinós. Els músculs sartori, gràcil i semitendinós s'insereixen a la tibia en un patró de tres puntes, de forma que als seus tendons combinats d'inserció se'ls sol denominar **pota d'ànec**.

Al terç superior de la cuixa, la vora medial del sartori forma la vora lateral del triangle femoral. Al terç mig de la cuixa, el sartori constitueix la paret anterior del conducte dels adductors.

El múscul sartori ajuda a flexionar la cuixa en l'articulació del maluc i la cama en l'articulació del genoll. També fa l'acció d'adducció de la cuixa i rota en sentit lateral, com quan es recolza el peu sobre el genoll oposat en seure. El sartori està innervat pel nervi femoral (Drake RL et al., 2015; Moore KL et al., 2010).

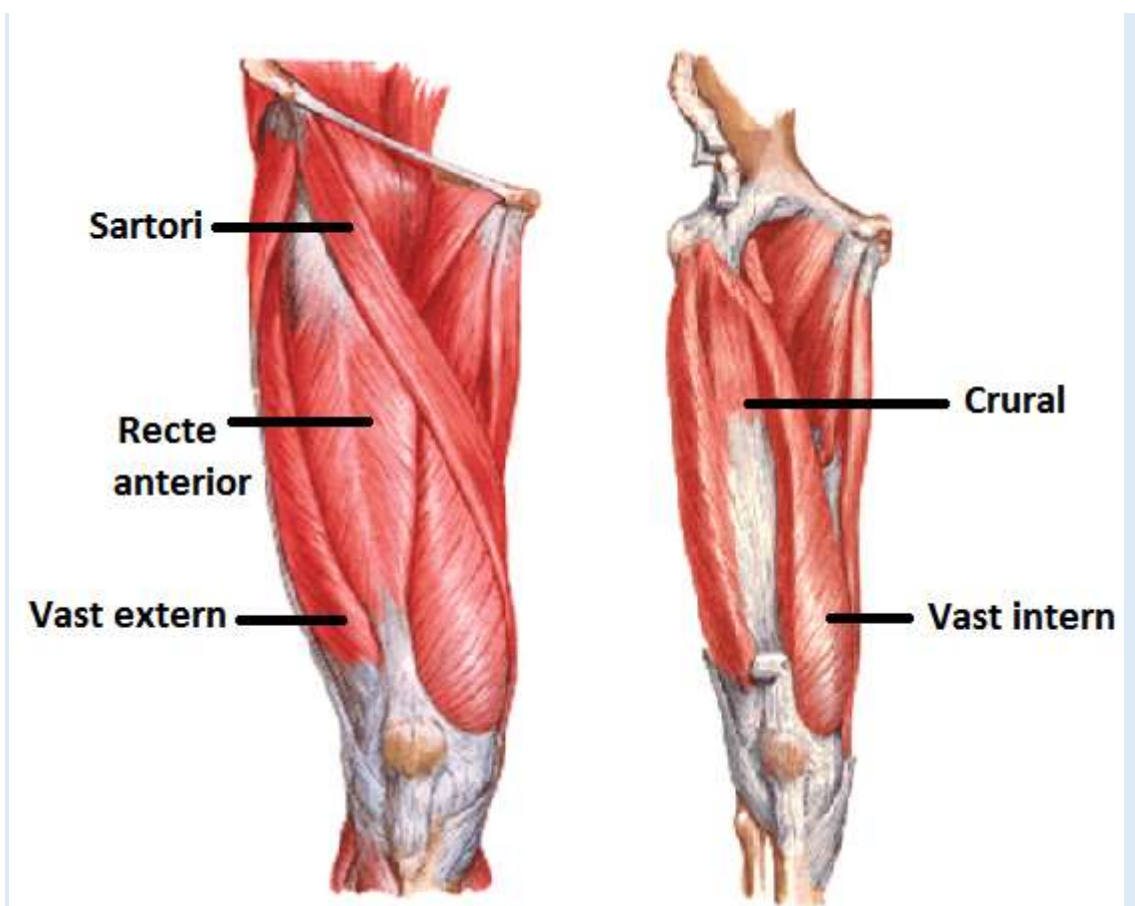


Figura 2. Músculs del compartiment anterior de la cuixa: Músculs Quàdriceps i Sartori. Font: Nettler FH, 2015.

- **COMPARTIMENT MEDIAL**

Tot i que els músculs del compartiment medial pràcticament no participen en l'articulació del genoll, es mencionen per la seva disposició anatòmica i per la participació d'un dels seus músculs en la flexió de genoll. Existeixen sis músculs en el compartiment medial de la cuixa: gràcil, pectini, adductor llarg, adductor curt, adductor major i obturador extern. Tots aquests músculs, excepte l'obturador extern, tenen l'acció de fer adducció de l'articulació del maluc, l'adductor llarg i el major també poden rotar en sentit medial a la cuixa. L'obturador extern és un múscul rotatori lateral de la cuixa en l'articulació del maluc (Drake RL et al., 2015). Tot i que els músculs del compartiment medial no participen en l'acció de l'articulació del genoll, el múscul gràcil situat en aquest compartiment participa en la flexió del genoll, tot i que no és la seva acció principal, focalitzada en l'adducció del maluc.

Introducció

En la taula 2 es pot veure la disposició dels músculs del compartiment medial de la cuixa amb les seves insercions i accions (Drake RL et al., 2015).

Taula 2. Músculs del compartiment medial de la cuixa.

Múscul	Origen	Inserció	Acció
Gràcil	Cos del pubis, branca inferior del pubis i branca de l'isquió	Superfície medial de la porció proximal de la diàfisi de la tibia	Adducció del maluc i flexió del genoll
Pectini	Línia pectínia i os adjacent de la pelvis	Trocànter menor i línia aspra sobre la superfície posterior de la porció proximal del fèmur	Adducció i flexió del maluc
Adductor llarg	Superfície externa del cos del pubis	Línia aspra al terç mig de la diàfisi del fèmur	Adducció i rotació en sentit medial del maluc
Adductor curt	Superfície externa del cos del pubis i branca inferior del pubis	Superfície posterior de la porció proximal del fèmur i terç superior de la línia aspra	Adducció del maluc
Adductor major	Branca isquiopúbica i tuberositat isquiàtica	Superfície posterior de la porció proximal del fèmur, línia aspra, línia supracondílea medial, tubercle adductor	Adducció i rotació en sentit medial del maluc
Obturador extern	Superfície externa de la membrana obturatriu i os adjacent	Fossa trocanteriana	Rotació en sentit lateral del maluc

• COMPARTIMENT POSTERIOR

Existeixen tres músculs llargs al compartiment posterior de la cuixa: el bíceps femoral, el semitendinós i el semimembranós; a tot el conjunt se'l coneix com **isquiotibials**. Tots, excepte

Introducció

la porció curta del bíceps femoral, creuen les articulacions del maluc i del genoll. Com a grup, els isquiotibials flexionen la cama en l'articulació del genoll i fan extensió de la cuixa en l'articulació del maluc. També són rotatoris d'ambdues articulacions (Drake RL et al., 2015).

En la taula 3, es pot veure la disposició dels músculs del compartiment posterior de la cuixa amb les seves insercions i accions (Drake RL et al., 2015).

Taula 3. Músculs del compartiment posterior de la cuixa.

Múscul	Origen	Inserció	Accions
Bíceps femoral	Porció llarga: part inferomedial de l'àrea superior de la tuberositat isquiatàtica; porció curta: llavi lateral de la línia aspra	Cap del peroné	Flexió del genoll, extensió i rotació en sentit lateral del maluc i rotació en sentit lateral del genoll
Semitendinos	Part inferomedial de l'àrea superior de la tuberositat isquiatàtica	Superfície medial de la porció proximal de la tibia	Flexió del genoll, extensió del maluc, rotació en sentit medial del maluc i del genoll
Semimembranós	Part superolateral en la tuberositat isquiatàtica	Solc i os adjacent en la superfície medial i posterior del còndil tibial medial	Flexió del genoll, extensió del maluc, rotació en sentit medial del maluc i del genoll

Introducció

El múscul **bíceps femoral** és lateral en el compartiment posterior de la cuixa i té dos porcions:

- **La porció llarga** s'origina al costat del múscul semitendinós a la part inferomedial de l'àrea superior de la tuberositat isquiàtica.
- **La porció curta** sorgeix del llavi lateral de la línia aspra a la diàfisi del fèmur.

El ventre muscular de la porció llarga creua la part posterior de la cuixa de forma obliqua de medial a lateral i s'uneix a la porció curta a nivell distal. Juntament, les dues porcions formen un únic tendó que és palpable a la cara externa de la part posterior de la cuixa. La part principal del tendó s'insereix a la superfície lateral del cap del peroné. Aquest tendó es fusiona amb el lligament colateral del peroné i amb els lligaments associats a la cara lateral de l'articulació del genoll.

El bíceps femoral flexiona l'articulació del genoll. A més la porció llarga del bíceps femoral fa extensió i rota el maluc en sentit lateral. Quan el genoll es troba parcialment flexionat, el bíceps femoral pot rotar en sentit lateral l'articulació del genoll (Drake RL et al., 2015).

El múscul **semitendinós** és medial al múscul bíceps femoral en el compartiment posterior de la cuixa. S'origina a partir de la porció llarga del múscul bíceps femoral a la part inferomedial de l'àrea superior de la tuberositat isquiàtica. Els seu ventre muscular fusiforme acaba a la meitat inferior de la cuixa i origina un tendó llarg en forma de cordó, que es disposa sobre el múscul semimembranós i descendeix cap al genoll. El tendó es corba al voltant del còndil medial de la tibia i s'insereix a la superfície medial de la tibia, just per darrere dels tendons dels músculs gràcil i sartori, i forma la pota d'ànec. El semitendinós flexiona la cama en l'articulació del genoll i fa extensió de la cuixa en l'articulació del maluc. Actuant conjuntament amb el semimembranós, també rota en sentit medial l'articulació del maluc i l'articulació del genoll (Drake RL et al., 2015).

El múscul **semimembranós** es disposa de manera més profunda respecte al múscul semitendinós en el compartiment posterior de la cuixa. S'insereix per damunt de la part superolateral a la tuberositat isquiàtica i per sota principalment del solc i os adjacent de la superfície medial i posterior del còndil tibial medial. Les expansions del tendó també s'insereixen i contribueixen a la formació de lligaments i fàscia que es troben al voltant de l'articulació del genoll. El múscul semimembranós flexiona l'articulació del genoll i fa extensió del maluc. Actuant de manera conjunta amb el múscul semitendinós, rota en sentit medial l'articulació del maluc i l'articulació del genoll (Drake RL et al., 2015).

Introducció

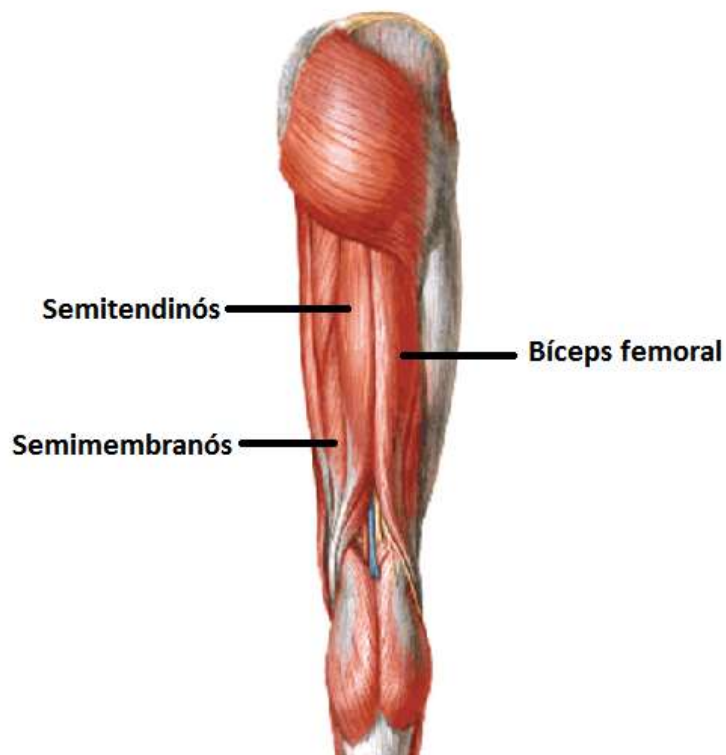


Figura 3. Músculs del compartiment posterior: Músculs Isquiotibials. Font: Netter FH, 2015.

Com s'ha comentat els moviments fonamentals del genoll són els de flexió i extensió i els músculs implicats són els isquiotibials i quàdriceps, respectivament. Perquè un genoll sigui estable hi ha d'haver un equilibri entre aquests dos músculs (De Ste Croix M et al., 2017). La disminució de força muscular d'un d'aquests músculs comporta un desequilibri amb l'altre múscul, i en conseqüència dificulta la flexió o l'extensió del genoll (De Ste Croix M et al., 2017).

2. BIOMECÀNICA DEL GENOLL

La biomecànica articular estudia les estructures de caràcter mecànic del genoll humà, i és molt complexa. Per un costat, el genoll ha de tenir una gran estabilitat en el moviment d'extensió completa per suportar el pes corporal sobre una àrea relativament petita; mentre que al mateix temps ha d'estar dotat de la mobilitat necessària, moviments de flexió i d'extensió, per a la marxa, la carrera i per orientar, eficaçment, el peu en relació amb les irregularitats del terreny (Góngora L et al., 2003).

A més a més, l'esser humà és l'únic que presenta estabilitat en l'hiperextensió de genoll (Miralles R i Miralles I, 2005).

Si considerem el fèmur fix i la tibia mòbil respecte al fèmur, els moviments clínicament aparents que existeixen són els de flexió o extensió, rotació interna o rotació externa i abducció o adducció (anomenats també *moviment de varo/valg*) (Norman Scott W, 2007).

La congruència de les superfícies articulars de la tibia i el fèmur conjuntament amb les estructures toves periarticulars, els lligaments, limiten els graus de moviment de l'articulació del genoll, d'aquesta forma el genoll té uns límits que no pot traspasar. Aquests límits defineixen tant l'amplitud de moviment de la flexió i l'extensió com l'estabilitat del genoll normal (Norman Scott W, 2007).

Els límits de la flexió de genoll estan donats pels lligaments, i també participa la musculatura extensora, el quàdriceps, que amb la seva distensió fa que la flexió no pugui traspasar els límits establerts. Els límits del moviment d'extensió estan donats pels lligaments i la musculatura flexora, els músculs isquiotibials (Góngora L et al., 2003).

L'eix de flexoextensió del genoll és horitzontal, això fa que quan es produeix una flexió completa, el taló prengui contacte amb la natja a l'altura de la tuberositat isquiàtica, a causa d'una rotació axial simultània (Góngora L et al., 2003).

La flexió del genoll és el moviment que apropa la cara posterior de la cama a la cara posterior de la cuixa. L'amplitud de flexió del genoll és diferent segons la manera com es trobi posicionat el maluc. La flexió activa del genoll arriba als 140° amb el maluc flexionat i als 120° amb el maluc en extensió, a causa de la disminució de l'eficàcia dels músculs isquiotibials. La flexió passiva del genoll arriba als 160° quan existeix contacte entre el taló i la natja. La flexió

Introducció

únicament es troba limitada pel contacte elàstic de les masses musculars del bessó i de la cuixa (Góngora L et al, 2003; Miralles R i Miralles I, 2005).

La musculatura encarregada de la flexió de genoll, com s'ha explicat anteriorment en l'apartat d'anatomia, es troba ubicada al compartiment posterior de la cuixa i són els músculs isquiotibials constituïts pel bíceps femoral, semimembranós i semitendinós. La musculatura isquiotibial traspasa l'articulació del genoll i del maluc, exceptuant la porció curta del bíceps femoral, que només traspasa l'articulació del genoll. Atesa aquesta característica anatòmica, aquests músculs posseeixen una acció simultània de flexió del genoll i d'extensió de maluc. La flexió de genoll és el moviment habitual que succeeix durant la marxa quan la cama que no recolza s'avança per entrar en contacte amb el terra (Góngora L et al, 2003; Miralles R i Miralles I, 2005).

L'extensió de genoll es defineix com el moviment que allunya la cara posterior de la cama de la cara posterior de la cuixa. La posició de referència de l'extremitat inferior es troba en la situació d'extensió (alineació de la cuixa amb la cama, extensió de 0°). L'extensió activa de genoll no acostuma a sobrepassar la posició de referència i, si ho fa, sol ser a partir d'una posició d'extensió prèvia del maluc. A més es pot definir l'extensió relativa del genoll com el moviment que completa l'extensió a partir de qualsevol grau de flexió del genoll.

La musculatura extensora del genoll, que es troba ubicada al compartiment anterior de la cuixa, està formada pel quàdriceps, constituït pel recte anterior, vast medial, vast extern i vast intern (Góngora L et al., 2003; Miralles R i Miralles I, 2005).

El genoll com una articulació de tipus diartrosi, que implica que és una articulació amb molt de moviment, presenta un component de rodament-lliscament quan actuen en moviment de forma simultània. Aquest component rodament-lliscament és essencial per a que es pugui produir el moviment de flexió i extensió de genoll en tota la seva amplitud articular. Es defineix el rodament d'una articulació quan nous punts equidistants d'una superfície articular contacten amb nous punts equidistants de l'altre superfície articular implicada amb el moviment. En canvi, el lliscament articular succeeix quan el mateix punt sobre una superfície articular contacta amb nous punts sobre l'altre superfície articular implicada en el moviment (Kaltenborn FM et al., 2004).

Introducció

Perquè l'articulació del genoll pugui realitzar els moviments de flexió i extensió, la superfície articular de la tibia, el segment mòbil, ha de fer un rodament i un lliscament sobre la superfície articular del fèmur, el segment fixe.

En el cas de l'articulació del genoll, com s'ha dit abans format pel fèmur i la tibia (articulació femorotibial), la tibia és el segment mòbil i una superfície articular còncava. El fet de ser còncava o convexa determina que el lliscament del component rodament-lliscament funcioni de manera diferent. Si la superfície articular és convexa, aquesta lliscarà en el sentit contrari a la direcció que tingui el segment mòbil; en canvi, si la superfície articular és còncava, aquesta lliscarà en el mateix sentit en què es mogui el segment mòbil.

Per tant, el lliscament del component rodament-lliscament de **l'articulació femorotibial** funcionarà en el mateix sentit dels segment mòbil, la tibia, així quan el genoll faci el moviment de flexió cap a posterior, lliscarà en el sentit posterior, mentre que quan el genoll faci el moviment d'extensió en sentit anterior, la tibia lliscarà en sentit anterior sobre el segment fixe, el fèmur (Kaltenborn FM et al., 2004).

Per altra banda per comprendre millor el moviment d'extensió del genoll, s'ha de tenir present l'articulació **femoropatel·lar**. Aquesta articulació és la que es produeix entre els còndils femorals i la superfície articular de la cara posterior de la ròtula, que es considera un os sesamoide situat a la zona del tendó rotular del quàdriceps i és responsable de dos funcions biomecàniques importants. Primerament, la ròtula ajuda a la funció d'extensió de genoll, perllongant el braç de palanca del quàdriceps en tota l'amplitud de moviments de l'articulació. Segonament, la ròtula permet una distribució millor de les forces de compressió sobre el fèmur en incrementar l'àrea de contacte entre el tendó rotular i el fèmur.

En l'extensió completa del genoll, la ròtula es troba en la situació més proximal respecte al fèmur, però no es capturada pels còndils fins als 25° o 30° de flexió (Miralles R i Miralles I, 2005).

Per a l'extensió de genoll, existeix una relació directa entre la pressió de contacte de l'articulació femoropatel·lar i la funció de la ròtula com a braç de palanca. Quan el genoll s'aproxima a l'extensió completa, la ròtula es mou a prop de la diàfisi i del centre de rotació del genoll, i, per tant, proporciona un braç de palanca mínim per a l'extensió (Miralles R i Miralles I, 2005).

En canvi, en el moviment de flexió, la ròtula es desplaça per damunt dels còndils femorals, i separa el tendó rotular del quàdriceps i varia segons els graus de flexió. Per a la flexió de genoll de 100°, que permet portar la cama en direcció posterior, la ròtula augmenta el braç de palanca del quàdriceps un 10% mentre que per la flexió de 45° el braç de palanca augmenta un 30%. Per tant el braç de palanca de la ròtula augmenta quan els graus de flexió de genoll són menors (Miralles R i Miralles I, 2005).

En 15° de flexió de genoll, el braç de palanca de la ròtula és nul i és quan es requereix la màxima potència del quàdriceps (Miralles R i Miralles I, 2005).

Per finalitzar, l'articulació del genoll posseeix fonamentalment els moviments de flexió i l'extensió, i de manera accessòria té el moviment de rotació de la cama, que només apareix quan el genoll es troba en semiflexió (Góngora L et al., 2003). En aquest context, una pèrdua de la força muscular dels músculs isquiotibials i dels quàdriceps provocarà una alteració de la biomecànica del genoll (Cherian JJ et al., 2015).

3. ORGANITZACIÓ ESTRUCTURAL I

FISIOLOGIA DEL MÚSCUL ESQUELÈTIC

El sistema muscular està constituït per tres tipus de músculs: el múscul cardíac present en el cor té característiques pròpies; el múscul llis, que és un tipus de múscul no estriat i involuntari, i, finalment, el múscul esquelètic, que és estriat i és voluntari. El múscul esquelètic és el teixit més abundant del cos humà, suposa el 45% del pes total del cos (Lorenz T i Campello M, 2004).

Els músculs esquelètics poden fer tant un treball dinàmic com estàtic. El treball estàtic permet mantenir la postura; en canvi, el treball dinàmic permet la marxa i el moviment de les diverses articulacions del cos (Lorenz T i Campello M, 2004).

Per a realitzar un treball muscular és necessari que existeixin contraccions musculars que a la vegada precisaran d'una innervació muscular.

Aquesta innervació depèn de la neurona motora que emet un impuls que farà que la fibra muscular es contregui, és a dir, conduirà els impulsos nerviosos del cervell i la medul·la espinal

Introducció

cap als músculs. La neurona motora i el conjunt de totes les fibres musculars que innerva i estimula constitueixen la denominada *unitat motora* (figura 4) (Kamina P, 1997; Bosco C, 2000).

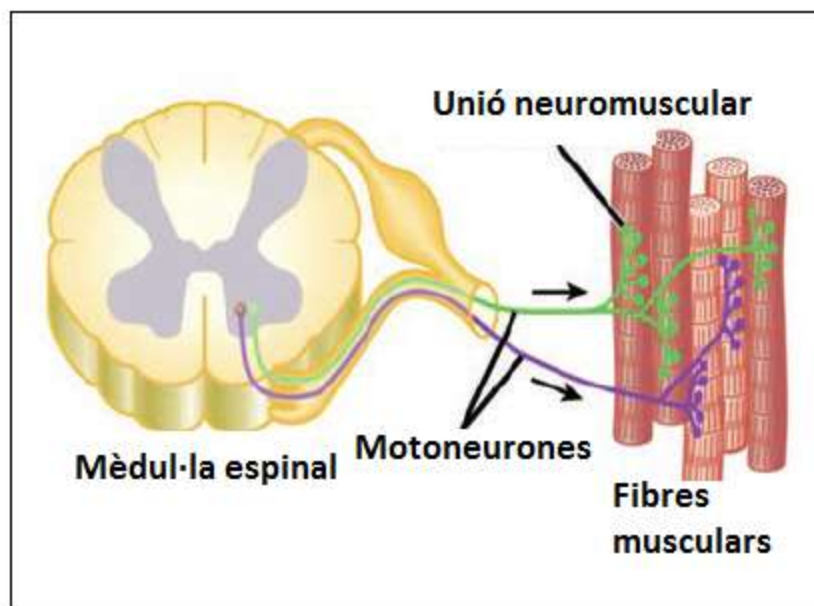


Figura 4. Unitat motora. Font: Kamina P; 1997.

La unitat motora la formen un nombre de fibres musculars que varia en funció del grau de control requerit pel múscul. Així, les unitats motores dels músculs que realitzen moviments fins contenen menys fibres musculars que les unitats motores que es troben en els músculs que realitzen moviments menys fins, per tant els moviments gruixuts.

Les fibres de cada unitat motora no es troben una al costat de l'altra sinó que es troben distribuïdes per tot el múscul, per això encara que s'estimuli una única unitat motora sembla que es contregui gran part del múscul (Lorenz T i Campello M, 2004).

La fibra muscular és la unitat estructural del múscul esquelètic i s'agrupen formant fascicles. Cada fascicle es troba recobert per teixit conjuntiu, anomenat **perimisi** i el conjunt de fascicles està recobert per una membrana de teixit conjuntiu anomenada **epimisi** (figura 5) (Lorenz T i Campello M, 2004).

El teixit conjuntiu constituït per fibres de col·lagen està connectat als tendons situats als extrems de tots els músculs de tal manera que cada fibra muscular es troba unida a aquests

Introducció

tendons, que s'insereixen a les articulacions. Aquest tipus d'unió permet que tota la força generada per una fibra muscular sigui transmesa a aquest tendó, i quan es contreu la fibra muscular, hi ha moviment a les articulacions (Lorenz T i Campello M, 2004).

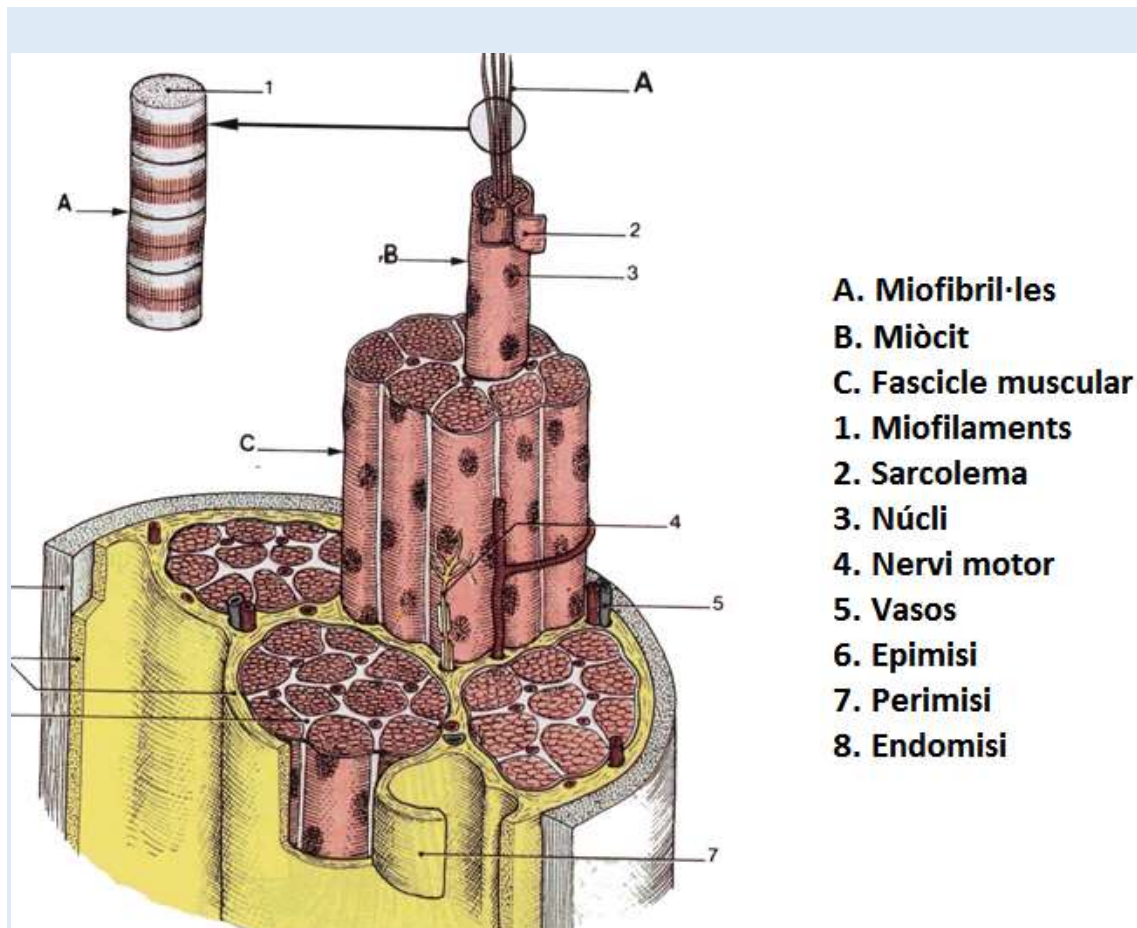


Figura 5. Organització estructural d'un múscul. Font: Kamina P, 1997.

3.1. Estructura d'una fibra muscular

Una fibra muscular està formada per moltes miofibril·les, les quals estan recobertes per una membrana plasmàtica anomenada sarcolema (figura 5) (Lorenz T i Campello M, 2004). Aquestes miofibril·les són les responsables de la contracció muscular.

En una miofibril·la hi ha diversos tipus de filaments: la banda A, és gruixuda i fosca i representa el miofilament compost per la proteïna miosina, que són gruixuts; i la banda I, més clara i

Introducció

prima, representa el miofilament compost per la proteïna actina, que són prims (figura 5) (Gokhin D i Fowler V, 2011).

Els miofilaments d'actina i de miosina constitueixen la unitat funcional més petita del múscul: el sarcòmer (figura 6) (Lorenz T i Campello M, 2004).

L'actina té forma de doble hèlix i, des del punt de vista microscòpic, la podem observar com dos fils en espiral, un al voltant de l'altre. Dos proteïnes addicionals, la troponina i la tropomiosina, formen part d'aquesta hèlix d'actina que regula la formació i destrucció de ponts entre els miofilaments d'actina i miosina durant la contracció muscular (Lorenz T i Campello M, 2004).

La miosina està composta per molècules individuals. Cada molècula s'assembla a un bastonet amb un cap. Grups de molècules de miosina es formen una darrere de l'altra amb extrems que apunten cap a una direcció del miofilament i l'altre extrem apuntant en direcció oposada (Lorenz T i Campello M, 2004).

A la regió composta pel miofilament de miosina se la denomina zona H, on existeix la línia M, que és la zona on la miosina es troba unida a la miosina adjacent (figura 6) (Lorenz T i Campello M, 2004).

A la miosina s'hi uneixen dos cadenes d'aminoàcids. La funció d'aquestes cadenes és l'estabilització parcial de la miosina i regular la interacció de la miosina amb l'actina (McNair P i Creswell A, 2004).

Els miofilaments prims d'actina estan units en cada extrem del sarcòmer a una estructura denominada línia Z que són elements curts i la seva funció és unir els miofilaments prims amb sarcòmers adjacents i mantenir la continuïtat del sarcòmer següent (figura 6).

Entre la banda A i la línia Z existeix un espai anomenat *banda I*, formada per miofilaments d'actina que neixen de la línia Z (figura 6) (Lorenz T i Campello M, 2004).

A més a més, la línia Z no serveix només com a mecanisme mecànic, sinó també com a nexa de senyalització, i regula les funcions del múscul esquelètic (Wang X i Su H, 2010).

Quan en el sarcòmer les proteïnes actina i miosina es superposen, s'anomena banda A, aquesta superposició és coneguda com a *crossbridge* (pont creuat) (figura 6). Aquesta

Introducció

superposició succeeix durant la contracció. En canvi, quan un múscul es troba relaxat no hi ha superposició (McNair P i Creswell A, 2004).

La contracció muscular depèn dels ions de calci. Així, doncs, perquè sigui possible la contracció, el calci s'uneix a la troponina i deixa lliure els punts d'unió amb la miosina, és aquí quan es produeix un potencial d'acció, que és un impuls elèctric que viatja a través de la membrana cel·lular i en modifica la distribució elèctrica, fent un canvi de càrrega, i s'allibera acetilcolina (Gokhin D i Fowler V, 2011). El potencial d'acció produeix la despolarització a la membrana, que arriba al reticle sarcoplasmàtic, principal magatzem de calci intracel·lular del múscul estriat, i pels túbuls T s'allibera el calci intracel·lular acumulat. Aquest calci intracel·lular més el calci extracel·lular que entra pels canals de calci fan que es puguin unir l'actina i la miosina i produeixin la contracció muscular (Gokhin D i Fowler V, 2011). A més, durant la contracció muscular desapareix la banda H dels miofilaments de miosina i es comprimeix la banda I dels miofilaments d'actina (Wells G et al., 2009).

Referent als potencials d'acció, cal destacar que s'originen al sistema nerviós central i viatgen fins a arribar a la banya anterior de la motoneurona i d'aquí fins a la placa motora muscular que es troba present en totes les depressions de la membrana plasmàtica (sarcòmer) de les fibres musculars que innerven la motoneurona (Gokhin D i Fowler V, 2011). Aquestes depressions són els anomenats túbuls T, els quals es troben associats a les cisternes distals del reticle sarcoplasmàtic, una a cada costat, d'aquesta manera es conforma la triada muscular.

Quan arriba el moment de la relaxació musculars, tots aquests enllaços esmentats, que s'han format prèviament durant la contracció, han de trencar-se. Això succeeix per l'acció de la miosina, que per hidròlisi de l'Adenosín trifosfat (ATP) trenca l'enllaç. Aquest procés de relaxació muscular es veurà afavorit només quan les concentracions de calci disminueixin. Això és possible per l'existència de bombes de calci al reticle sarcoplasmàtic i a la presència de l'intercanviador de calci a la membrana cel·lular, que permetrà la sortida de més calci al medi extracel·lular. Si alguna d'aquestes bombes fallés, tindria lloc un fenomen anomenat tetanització, en què els músculs es quedarien contrets de manera permanent (Gokhin D i Fowler V, 2011).

Introducció

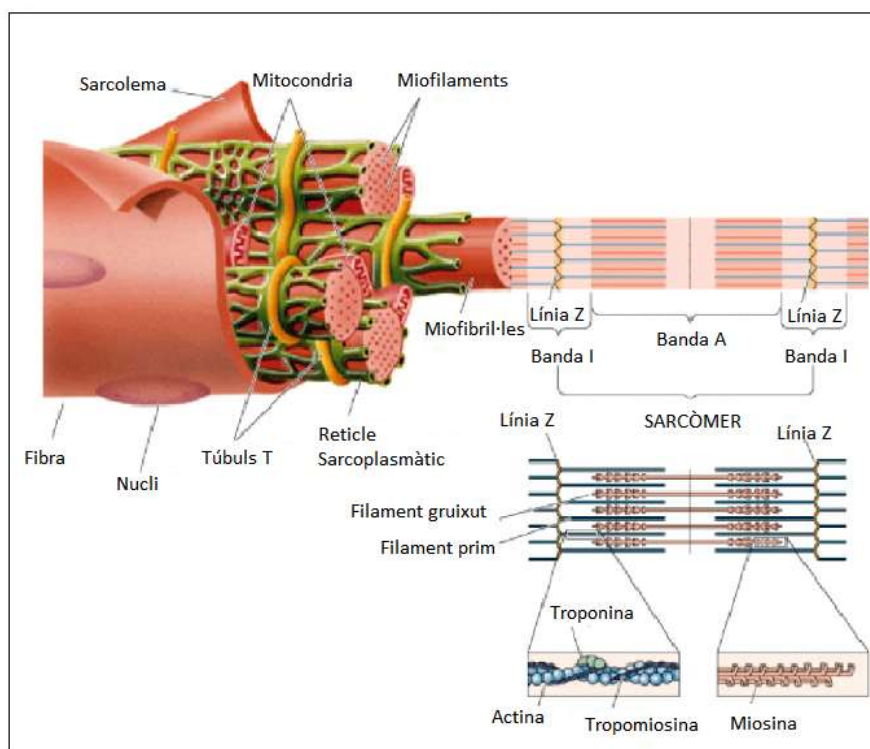


Figura 6. Organització de la fibra muscular. Font: Organització estructural d'un múscul. Font: Kamina P, 1997.

3.2. Tipus de fibres musculars

Després que en l'apartat anterior s'ha descrit l'estructura de les fibres musculars, es detallaran els tipus de fibres musculars.

Un mateix múscul esquelètic conté dos tipus de fibres musculars:

1. Fibres de contracció lenta (ST, en anglès *slow-twitch*) o fibres tipus I
2. Fibres de contracció ràpida (FT, en anglès *fast-twitch*) o fibres tipus II.

Les fibres que manifesten una forma de contracció ràpida tenen una importància fonamental en les activitats motores i produeixen contraccions musculars de gran intensitat i de curta duració, per exemple per a realitzar salts, aixecament de peses, carreres de curta distància, etc.

D'altra banda, les fibres de contracció lenta estan destinades a realitzar accions motores que es caracteritzen per contraccions musculars de moderada intensitat i llarga durada, com és el cas de les carreres de fons, el ciclisme, etc.

Introducció

Una de les diferències que existeix entre aquests tipus de fibres és que les fibres lentes, per contraure's, necessiten 110 mil·lisegons per arribar a la seva tensió màxima quan s'estimulen per l'impuls nerviós; en canvi, les fibres ràpides només necessiten 50 mil·lisegons per arribar a la seva tensió màxima.

Les fibres lentes són les tipus I; en canvi, de fibres ràpides podem identificar les fibres ràpides tipus IIa i les fibres ràpides tipus IIb. Les fibres ràpides són les que es mobilitzen amb més freqüència (Wilmore J i Costill D, 2007).

Normalment els músculs estan compostos per fibres de tipus I, IIa, o IIb, però depèn del percentatge de tipus de fibres que hi hagi a cada múscul, aquest funcionarà de manera diferent. Per tant, es pot dir que hi ha músculs més tòncics (predomini de fibres lentes o tipus I) i músculs més fàscics (predomini de fibres ràpides o tipus II) (Wilmore J i Costill D, 2007).

Tot i que les fibres ràpides i lentes solen activar-se durant tasques específiques, durant esforços perllongats tant les unes com les altres es fatiguen. Aquest fet explica que si bé les fibres lentes s'utilitzen fonamentalment en esforços de llarga durada, si aquestes arriben a fatigar-se, el seu lloc és ocupat per les fibres ràpides (Wilmore J i Costill D, 2007).

A la taula 4 es descriuen les característiques principals entre els diversos tipus de fibres musculars:

Taula 4. Característiques dels tipus de fibres musculars. Font: Elaboració pròpia.

Tipus de fibres	Capacitat oxidativa	Capacitat glucolítica	Velocitat Contràctil	Resistència a la fatiga	Força de la Unitat Motora
Fibres I	Alta	Baixa	Lenta	Alta	Baixa
Fibres IIa	Moderada alta	Alta	Ràpida	Moderada	Alta
Fibres IIb	Baixa	La +Alta	Ràpida	Baixa	Alta

Introducció

Les fibres tipus I, de contracció lenta tenen un color vermell i són oxidatives, ja que necessiten presència d'oxigen, a causa del seu alt contingut en hemoglobina. A part, aquestes fibres lentes són molt eficaces per produir ATP a partir de l'oxidació dels hidrats de carboni i dels greixos.

Durant el procés d'oxidació, les fibres tipus I o lentes continuen produint ATP, el que permet que aquestes fibres musculars continuïn actives. La capacitat de mantenir l'activitat muscular durant un període de temps perllongat es coneix com a resistència aeròbica. Les fibres tipus I es mobilitzen amb freqüència durant proves de baixa intensitat, per exemple en una carrera de marató (Wilmore J i Costill D, 2007).

Les fibres tipus II, de contracció ràpida són de color blanc i tenen una capacitat glucolítica, són fibres que estan adaptades per rendir en condicions anaeròbiques (sense oxigen). Per tant, això vol dir que l'ATP l'aconsegueixen a través de vies anaeròbiques i no oxidatives. Les fibres tipus II poden produir molta més força que les fibres tipus I però, a causa de la seva moderada o baixa resistència, es fatiguen amb facilitat. Les fibres IIa s'utilitzen principalment durant proves de resistència d'alta intensitat, com ara en una carrera de 800 m d'atletisme. En canvi, les fibres IIb es mobilitzen en proves altament explosives com les carreres de 100 m llisos d'atletisme (Wilmore J i Costill D, 2007).

Les fibres de contracció ràpida tenen un reticle sarcoplasmàtic més desenvolupat que les fibres lentes, això vol dir que davant l'estimulació les fibres ràpides o tipus II tenen més capacitat d'alliberar ions de calci, necessari, com ja s'ha explicat anteriorment, per a la contracció muscular. Com a conseqüència, les fibres tipus II tenen la capacitat de contreure's més ràpidament (Wilmore J i Costill D, 2007).

Com s'ha descrit en l'apartat anterior, la unitat motora està formada per una sola neurona motora i les fibres musculars que innerva. En una unitat motora tipus I, la neurona motora té un cos cel·lular petit i innerva entre 10 i 180 fibres musculars. En canvi, una unitat motora tipus II té un cos cel·lular més gran, té més axons i innerva entre 300 i 800 fibres musculars (Wilmore J i Costill D, 2007).

Això implica que quan una motoneurona tipus I estimula les seves fibres tipus I, es contreuen moltes menys fibres que si una motoneurona tipus II estimula les seves fibres. Per tant, les

Introducció

fibres tipus II arriben al punt màxim de la seva tensió molt més ràpid que les fibres tipus I (Wilmore J i Costill D, 2007).

Els músculs del nostre cos humà estan formats per fibres lentes i per fibres ràpides, tenen una barreja de les diverses fibres musculars. Com a resultat, si en un múscul predominen fibres lentes, serà un múscul de predomini tònic, mentre que, si en un múscul hi predominen les fibres ràpides, serà un múscul de predomini fàsic (Wilmore J i Costill D, 2007).

Com que els principals moviments de l'articulació del genoll són els de flexió i d'extensió, a la taula 5 es detalla el percentatge de fibres musculars en els músculs isquiotibials i quàdriceps respectivament:

Taula 5. Percentatge de fibres lentes (I) i ràpides amb alt potencial metabòlic oxidatiu i glucolític (IIa) i principalment glucolític (IIb). Pierrynowski i Morrison, 1985.

	MÚSCUL	% tipus I	% tipus IIa	% tipus IIb	% tipus IIa+%tipus IIb	
Isquiotibials	Bíceps femoral	65	10	25	35	Predomini tònic
	Semitendinós	50	15	35	50	
	Semimembranós	50	15	35	50	
Quàdriceps	Crural	50	15	35	50	Predomini fàsic
	Vast intern	50	15	35	50	
	Vast extern	45	20	35	55	
	Recte anterior	45	15	40	55	

Perquè una fibra muscular s'estimuli, cal un mínim d'intensitat per part de la motoneurona, a aquesta intensitat l'anomenem llindar. Si l'estimulació és inferior al llindar no es produeix cap contracció muscular, però amb un estímul igual o superior al llindar es produeix una acció màxima de tota la fibra muscular. Aquest procés se'l coneix com la Llei del tot o res.

A més, per la contracció muscular, les unitats motores segueixen el principi del reclutament per un ordre fix, d'acord amb una jerarquia numèrica. Prenem com a exemple els músculs isquiotibials, imaginem que té 400 unitats motores i que estan classificades d'1 a 400, si hi hagués una acció muscular en què calgués poca força, es reclutaria la unitat motora classificada com a número 1. A mesura que anéssim necessitant més força, s'aniria reclutant la 2,3,4 i així successivament fins al 70% de les unitats motores.

D'altra banda, per la contracció muscular existeix l'esmentat principi de jerarquia de la mida de les unitats motores, que proposa que l'ordre del seu reclutament està directament relacionat amb la mida de les seves unitats motores, i les primeres són les de mida més petita, en canvi, quan es requereix més força es reclutaran les de tipus II més grans (Wilmore J i Costill D, 2007).

Cal destacar que durant la realització d'esforços màxims, el sistema nerviós no mobilitza el 100% de les fibres musculars. Això és així perquè d'aquesta manera s'ajuda a prevenir lesions. Si poguéssim contraure el 100% de les fibres dels nostres músculs al mateix temps, la força generada lesionaria, no tan sols els músculs, sinó també els tendons (Wilmore J i Costill D, 2007).

4. FORÇA I TREBALL MUSCULAR

4.1. Força muscular i els seus tipus

La força muscular es defineix com la capacitat de vèncer una càrrega externa, i superar una resistència mitjançant un esforç muscular (Bosco C, 2000; Jiménez J, 1989). Aquesta capacitat de generar força depèn de la contractibilitat del teixit muscular.

La força muscular és necessària per fer les activitats de la vida diària, ja siguin a casa, a la feina o en qualsevol lloc que ens trobem. A més, la força muscular és necessària per mantenir i millorar la postura corporal (González-Badillo JJ i Izquierdo M, 2008).

La força es pot classificar segons la resistència superada, i es pot classificar en *força màxima*, *força ràpida*, *força explosiva* i *força resistència* (Bosco C, 2000).

- ✓ Força màxima: capacitat que té el múscul de contreure's a una velocitat mínima, i desplaça la màxima resistència possible.
- ✓ Força ràpida: capacitat d'efectuar la màxima contracció estàtica o dinàmica. Depèn del nombre d'unitats motores que s'accionen simultàniament a l'inici del moviment i la seva velocitat de contracció és proporcional a les fibres ràpides.
- ✓ Força explosiva: capacitat que té el múscul de contraure's a la màxima velocitat, i desplaça una petita resistència. Aquest tipus de força depèn de la velocitat de contracció de les unitats motores de les fibres ràpides i del nombre d'unitats motores que es contrauen.
- ✓ Força resistència: capacitat que té el múscul de vèncer una resistència durant un llarg període de temps (Bosco C, 2000; Kaltenborn FM et al., 2004).

A més, la força muscular es pot treballar mitjançant l'entrenament i s'obtenen alguns beneficis com (Genot C et al., 1991):

1. L'augment del nombre i la mida de les miofibril·les musculars que provoca un increment en la grandària del múscul.
2. L'augment del metabolisme. S'entén per metabolisme com el conjunt de reaccions químiques que tenen lloc en els teixits vius amb l'objectiu de realitzar processos vitals.
3. La disminució del teixit adipós (grassa) que es troba al voltant de les fibres musculars.
4. L'augment de la capacitat per a produir contraccions fortes.
5. L'augment de la quantitat de glucogen i mioglobina al múscul.

4.2. Treball muscular i els seus tipus

La força muscular requereix de les contraccions d'una sèrie de músculs per a la realització d'un treball muscular.

Existeixen dos tipus de treball en el cos humà (figura 7) (Genot C et al., 1991):

1. *El treball estàtic.* Aquest tipus de treball muscular fa que l'ésser humà sigui capaç d'adoptar una postura determinada, tant de tot el cos, com d'un segment corporal, en concret (figura 7). El treball estàtic requereix **CONTRACCIÓ MUSCULAR ISOMÈTRICA**.
2. *El treball dinàmic.* Aquest tipus de treball muscular permet la posició dels segments corporals tant en l'espai com en la locomoció. Per tant, ens permet caminar, córrer... en definitiva, poder realitzar activitats de la vida diària. El treball dinàmic requereix **CONTRACCIÓ MUSCULAR ISOTÒNICA O CONTRACCIÓ MUSCULAR ISOCINÈTICA** (González-Badillo JJ i Izquierdo M, 2008). A continuació es descriuen amb més detall els diversos tipus de treball.

✓ Dintre del treball estàtic:

Treball isomètric. És un tipus de treball muscular que potencia la musculatura sense la necessitat que hi hagi moviment. A més, ajuda a mantenir la postura corporal (Genot C et al., 1991).

✓ Dintre del treball dinàmic:

Treball isotònic. És un tipus de treball que potencia la musculatura i requereix el moviment d'una o diverses articulacions i se'n troba de dos tipus:

El treball concèntric. Durant la contracció hi ha una aproximació dels dos extrems del múscul i es treballa en contra de la gravetat. Per exemple, partint d'una posició de sedestació amb el genoll doblegat, és estirar-lo en sentit cranial. En aquest cas és una contracció concèntrica del múscul quàdriceps.

El treball excèntric. Durant la contracció se separen els dos extrems del múscul i es treballa a favor de la gravetat. Per exemple, partint de la posició de sedestació amb el genoll estirat, és doblegar-lo fins a un angle de 90°. En aquest cas és una contracció excèntrica del múscul quàdriceps.

Treball isocinètic. En aquest cas, tant es pot treballar de manera concèntrica com excèntrica. En la valoració de treball isocinètic, els dinamòmetres actuals permeten tant fer una valoració com realitzar un tractament de manera concèntrica, excèntrica i isomètrica (en aquest cas és treball estàtic). L'avantatge del treball isocinètic és que es pot controlar la velocitat i que aquesta sigui constant (Genot C et al., 1991).

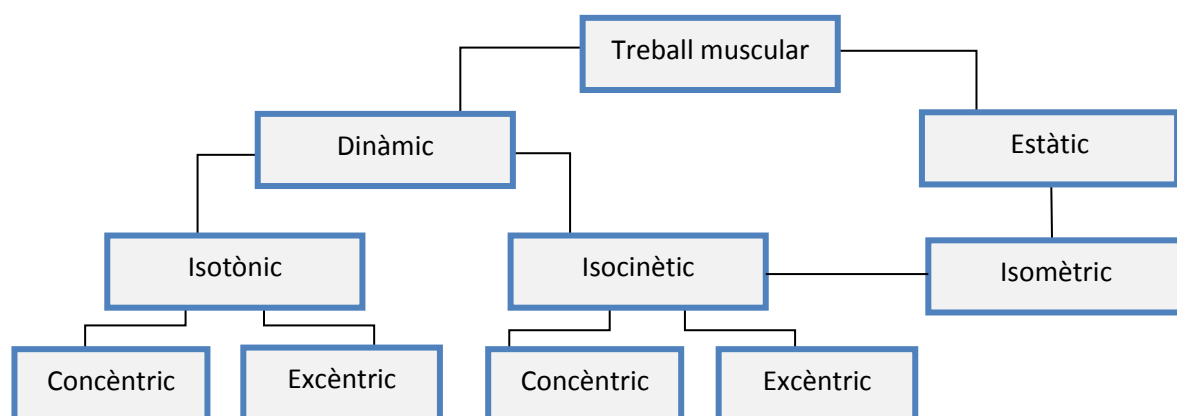


Figura 7. Tipus de treball muscular. Font: Elaboració pròpia.

Quan es vol treballar la força muscular d'un determinat múscul, davant d'una pèrdua o debilitat, és imprescindible plantejar-se quin tipus de treball es farà, ja que així es determinarà el tipus d'exercici que cal executar, per potenciar la musculatura afectada. Per tant, sempre és important saber els avantatges i inconvenients dels diversos tipus de treball muscular que es descriuen a continuació en la taula 6:

Taula 6. Avantatges i desavantatges del treball estàtic isomètric. Font: Elaboració pròpia

AVANTATGES DEL TREBALL ESTATIC DE TIPUS ISOMÈTRIC QUE GENERA FORÇA

El treball isomètric es concreta amb uns tipus d'exercicis que tenen les característiques següents:

De fàcil realització, ja que es fan de manera estàtica (per exemple, un exercici isomètric de quàdriceps és quan la persona està en posició de decúbit supí, cara amunt, amb un sac de sorra al solc popliti i se li demana que pressioni la cama contra el sac de sorra).

Estalvi de temps, ja que en un període curt de temps es poden fer moltes repeticions.

Execució durant la immobilització.

Profilaxi de l'osteoporosi.

Compressió de les caretes articulars.

Compressió de les caretes articulars que provoca influència sobre la consistència del líquid sinovial.

DESAVANTATGES DEL TREBALL ESTATIC DE TIPUS ISOMÈTRIC QUE GENERA FORÇA

No augmenta l'elasticitat ni la longitud del múscul que ha perdut força.

Només activa fibres musculars lentes o tipus I.

No entrena els sistemes de coordinació neuromuscular.

Al principi la força augmenta ràpidament, però l'evolució es frena aviat.

No produeix capilarització.

Treball monòton.

A continuació, a la taula 7 es descriuen els avantatges i desavantatges del treball de dinàmic de força:

Taula 7. Avantatges i desavantatges del treball dinàmic isotònic. Font: Elaboració pròpia.

AVANTATGES DEL TREBALL DINÀMIC ISOTÒNIC DE TIPUS CONCÈNTRIC I DE TIPUS EXCÈNTRIC QUE GENEREN FORÇA

Millora de la mobilitat articular.

Profilaxi de l'osteoporosi.

Millora del flux sanguini local.

Millora de la coordinació neuromuscular.

Influència sobre tots els tipus de fibres musculars (lentes o tipus I i ràpides o tipus II).

Augment de longitud de les fibres muscular.

DESAVANTATGES DEL TREBALL DINÀMIC ISOTÒNIC DE TIPUS CONCÈNTRIC I DE TIPUS EXCÈNTRIC QUE GENEREN FORÇA

Existeix risc de lesions si la realització no és tècnicament correcta.

Requereix mitjans d'entrenament complexos (necessitat de material com pesos, bicicleta estàtica, etc.).

El treball de tipus isocinètic es comenta en apartats posteriors.

4.3. Valoració de la força muscular

Després de tot el comentat, és important conèixer la força muscular de la forma més objectiva possible, ja que moltes alteracions del sistema musculoesquelètic acaben donant trastorns d'inestabilitat articular, i els grups musculars actuen intentant compensar aquesta inestabilitat. En el cas del genoll si es produeix una inestabilitat articular s'afectaria l'equilibri dels músculs de predomini flexor, músculs isquiotibials, amb els músculs de predomini extensor, múscul quàdriceps (Slocher A i Segovia JC, 2008).

Si hi ha una pèrdua de força muscular que provoca una inestabilitat articular, s'ha de fer un treball dels músculs implicats per intentar donar l'estabilitat que falta a l'articulació. L'augment de la força d'un múscul dèbil o atrofiat evita una recidiva o recupera una funció perduda (Slocker A i Segovia JC, 2008). S'entén per múscul atrofiat el que ha perdut les seves capacitats contràctils i que ha disminuït el volum, i ha donat com a resultat una pèrdua de força (Genot C et al., 1991).

Per definir i classificar la força exercida pels diversos grups musculars, s'han utilitzat diversos mitjans, que van de tècniques d'exploració manual a electrodiagnòstic d'estimulació, passant per mètodes de balança de ressort, sistemes de pressió, aixecament de peses, etc. El 1912 va ser Lovett, considerant la gravetat i la resistència, qui va graduar la força muscular en 6 grups. A posteriori van sorgir diversos mètodes, però són els mètodes de Brunston i l'escala Daniels els que van proposar un sistema ordinal de valoració muscular en 5 graus. L'escala de Daniels és la més usada i difosa en la pràctica clínica, tot i que actualment ha sortit una actualització, l'escala Medical Research Council (Hahn A et al., 2008). Tots aquests mitjans, mètodes i test de valoració funcional tenien un component subjectiu que els definia, i l'intent de buscar un mètode purament objectiu va ser una de les bases per a l'aparició del mètode isocinètic, que es descriu a continuació.

5. ISOCINÈSIA: HISTÒRIA I ACTUALITAT

La cinètica té el seu origen en la paraula grega *kinesis* 'moviment o acte de moure's. Segons els criteris de la ciència de la física, la cinètica es defineix com la ciència de les forces en moviment, oposada a la situació estàtica. D'altra banda, la isocinèsia es defineix com les forces en moviment però amb una velocitat constant (Jiménez J, 1989), i es pot aplicar a la mesura i al coneixement de la funció articular.

En concret, la definició d'un mètode isocinètic és un sistema de valoració de la capacitat muscular que utilitza la tecnologia informàtica i robòtica per obtenir i processar dades quantitatives (Huesa F, 2008; Orri JU i Darden GI, 2008).

El mètode isocinètic és una manera objectiva de mesurar la força realitzada tant en un moviment d'una sola articulació, com en un altre moviment complex que impliqui diverses articulacions. La finalitat del mètode isocinètic és expressar el moviment en termes de màxima

força en un punt determinat, conegut com a pic torque, i/o de potència i/o de treball total, com a variables quantitatives fàcils d'adquirir, elaborar estadísticament i d'interpretar (Huesa F et al., 2008).

El mètode isocinètic s'aplica mitjançant un aparell isocinètic que és tant un medi de reeducació i entrenament muscular, com un sistema adequat per a la valoració i el diagnòstic de les debilitats o pèrdues musculars dins de l'àmbit de la biomecànica (Huesa F et al., 2008; Slocker A i Segovia JC, 2008).

Pel que fa a la història de l'aparell isocinètic, va ser el 1960 quan Hislop i Perrine van idear un prototip del que podem anomenar avui en dia DINAMÒMETRE ISOCINÈTIC (Huesa F et al., 2008). Les bases fonamentals de la isocinèsia es van establir en el Primer Seminari Internacional sobre la Revolució Isocinètica Europea, que va tenir lloc a Suïssa el 1984 (Huesa F et al., 2008).

Actualment aquests dinamòmetres es troben en plena investigació i desenvolupament en l'àmbit esportiu, i s'empren habitualment en quasi tots els centres d'alt rendiment mentre que és escassa la presència de dinamòmetres en centres clínics i de rehabilitació (Slocker A i Segovia JC, 2008; Martínez-Puig et al., 2012; Sánchez J et al., 2014; Solà R et al., 2015).

6. DINAMÒMETRE ISOCINÈTIC

Els dinamòmetres isocinètics tenen la possibilitat de ser programats a una velocitat constant, i com a conseqüència s'obté una resistència que no varia i que s'aplica durant tot el rang de moviment d'una articulació (Slocker A i Segovia JC, 2008). A més, els dinamòmetres permeten la contracció muscular de forma habitual (Huesa F et al., 2008).

La utilització del dinamòmetre isocinètic és un mètode de referència per a l'avaluació de la força muscular i també permet fer un diagnòstic funcional en certes patologies (Mahir L et al, 2016).

L'avaluació de la força muscular es mesura en termes de paràmetres físics com el de pic torque, potència i treball total. Amb el registre dels paràmetres físics mitjançant la metodologia isocinètica, es poden elaborar tota una sèrie de registres en forma de figures i

Introducció

taules que, correctament interpretades, es poden integrar com a dades clíniques per a arribar a una avaluació clínica objectiva (Huesa F et al., 2005).

Existeix una gran diversitat d'aparells isocinètics, i cadascun amb característiques pròpies. Seguint la classificació de McGorry, els dinamòmetres es poden dividir en dues categories: sistemes passius i sistemes actius (Huesa F et al., 2005).

El sistema passiu proporciona un moviment continu i a velocitat constant. En aquest sistema, el dinamòmetre inicia el moviment quan es pressiona el botó d'inici i no requereix la participació del subjecte que s'avalua. Els dinamòmetres passius utilitzen sistemes de fre mecànic, magnètic, hidràulic o elèctric per dissipar les forces, i poden utilitzar-se en les modalitats de treball isocinètic concèntric o isocinètic isomètric. Els sistemes passius permeten moure a pacients en estats postoperatoris, o que no poden generar velocitat per ells mateixos (Huesa F et al., 2005).

En els sistemes actius, a diferència dels dinamòmetres passius, el subjecte ha de col·laborar. Els dinamòmetres actius dissipen la força produïda per una persona o generen força per treballar sobre la persona. El sistema actiu, a part de tenir les facultats del sistema passiu, permet realitzar a més un treball de tipus isocinètic excèntric (Huesa F et al., 2005).

Com en tota mena de treball muscular, és important saber quins són els avantatges i els inconvenients del treball isocinètic que es descriuen a continuació en la taula 8:

Taula 8. Avantatges i desavantatges del treball dinàmic isocinètic. Font: Elaboració pròpia.

AVANTATGES DEL TREBALL DINÀMIC TIPUS ISOCINÈTIC QUE GENERA FORÇA

El treball es pot aplicar en totes les articulacions.

L'aparell isocinètic treballa a velocitat angular constant, que es manté durant tota la prova isocinètica.

Les forces compressives articulars disminueixen i a la vegada existeix una màxima lubricació articular.

Es pot quantificar el moment de força, el treball i la potència generada pel subjecte en cada punt del camp cinètic. Està demostrat que aquests mesuraments són fiables i reproduïbles.

Enforteix tota la musculatura durant tot el recorregut del moviment articular.

DESAVANTATGES DEL TREBALL ISOCINÈTIC DE FORÇA

No entrena la coordinació.

La dinàmica de moviment es perd.

No existeix treball de frenada.

Només augmenta la resistència de la força i la força màxima.

La prova es troba limitada a grups musculars en els plans cardinals de moviment.

Temps emprat en cada avaluació i amb més d'una articulació.

Cost molt elevat dels sistemes isocinètics i aprenentatge lent.

Requereix la màxima col·laboració del pacient per obtenir els paràmetres màxims.

Introducció

A continuació en la taula 9 es mostren les indicacions i contraindicacions del treball isocinètic:

Taula 9. Indicacions i contraindicacions del treball dinàmic isocinètic. Font: Elaboració pròpia.

INDICACIONS	CONTRAINDICACIONS
<ul style="list-style-type: none"> • Mètode d'avaluació de la funció muscular: - Comparació bilateral entre els membres superiors i inferiors. - Progressió de l'avaluació en el temps. • Rehabilitació • Entrenament esportiu 	<ul style="list-style-type: none"> • Dolor greu • Vessament articular • Recorregut articular molt limitat • Articulació inestable • Esquinç agut • Patologia cardiovascular aguda

L'equip isocinètics està format pels components següents:

✓ **Dinamòmetre**

El dinamòmetre permet detectar el valor del moment de força en cada punt del rang articular. En el dinamòmetre es troba el **taquímetre**, per donar la velocitat de moviment, i un **goniòmetre**, que mostra la posició articular en cada punt del recorregut articular.

✓ **Banc regulable**

El banc serveix per adaptar el subjecte a una posició òptima per fer l'exercici (assegut, en decúbit, etc.). A més a més, per evitar moviments del subjecte, conegudes com a compensacions sinèrgiques, el dinamòmetre presenta un sistema de **corretges** per fixar el pacient o les seves extremitats. També es disposa d'altres **accessoris** rígids que s'adapten al tronc o a cadascun dels membres superiors o inferiors per estudiar les articulacions.

✓ **Panel de control**

El panel permet seleccionar la modalitat de l'exercici, la velocitat i els límits del rang articular.

Introducció

✓ **Sistema de gestió informàtica**

Per a la gestió informàtica, el dinamòmetre disposa d'un ordinador i d'un programari adequat que proporcionarà els resultats de les dades sol·licitades (Slocker A i Segovia JC, 2008).

Les dades com a treball total, potència i pic torque obtingudes seran recopilades de forma adequada perquè puguin ser tractades de forma estadística i facilitar informació, aplicable a la pràctica clínica.



Figura 8. Dinamòmetre isocinètic Biodex System 4 Pro de l'Hospital Universitari Sant Joan.

6.1. Protocol d'una prova isocinètica

En tots els estudis de força muscular isocinètica és important seguir un rigorós protocol, amb la finalitat d'obtenir una bona fiabilitat de les mesures i que les proves donin resultats similars quan els realitzi un altre examinador o examinadora.

S'ha de tenir en compte: *a)* el tipus de subjecte (sa, esportista, malalt, etc.); *b)* el tipus de dinamòmetre; *c)* l'articulació que s'ha d'estudiar.

Els aspectes que s'han de considerar en l'avaluació isocinètica són:

- 1. Exploració** i història clínica del subjecte, per descartar possibles contraindicacions.
- 2. Preescalfament de l'articulació, que s'avaluarà de manera isotònica** mitjançant la pràctica d'exercicis en una bicicleta estàtica, o estiraments, per exemple.

Introducció

- 3. Calibratge** del dinamòmetre, segons les instruccions del dinamòmetre que s'utilitzi.
- 4. Posició** del subjecte, que varia segons la valoració que se'n fa (assegut, en decúbit supí, cara amunt o en bipedestació).
- 5. Alineació** de l'eix de rotació de l'articulació que s'estigui examinant mitjançant la palpació dels elements ossis de la mateixa articulació (els còndils femorals en el cas de l'articulació de genoll, per exemple), amb l'eix de rotació, preestablert, del dinamòmetre.
- 6. Estabilització** del subjecte amb corretges per fixar els grups musculars que poden realitzar moviments de compensació.
- 7. Registre** de les dades del subjecte al programa informàtic i del tipus d'exercici isocinètic que farà. A més, quedarà registrada la posició exacta del subjecte, perquè, quan un altre dia es torni a col·locar al seient, es posarà el subjecte exactament igual que el dia de la prova anterior.
- 8. Familiarització** del subjecte amb les característiques de l'aparell isocinètic, amb un preescalfament muscular a diferents velocitats angulars i esforços submàxims durant un període entre 3 i 10 minuts.
- 9. Correcció de l'efecte de la gravetat**, que presenta el mateix dinamòmetre.
- 10. Selecció de la modalitat de força muscular**, segons l'estudi que s'hagi de fer, es pot seleccionar la força concèntrica-concèntrica (la més habitual, que indica que els músculs estudiats treballen en contra de la gravetat), la concèntrica-excèntrica, excèntrica-concèntrica i excèntrica-excèntrica.
- 11. Selecció de la velocitat angular** entre velocitats, de 30°/s fins a 300°/s segons les necessitats de l'estudi (Slocher A i Segovia JC, 2008). Un protocol d'una prova isocinètica ha de constar d'una prova a velocitats angulars lentes, 0°-180°/s i d'una prova a velocitats angulars ràpides > 180°/s (Slocher A i Segovia JC, 2008).
Les velocitats lentes/intermitges es troben compreses entre 0°-180°/s i les velocitats ràpides són > 180°/s. A més les velocitats lentes s'utilitzen per guanyar força muscular i les velocitats ràpides serveixen per guanyar, força durant un temps determinat, per tant resistència (Boidex, 2010).

Per altra banda, alguns autors indiquen que velocitats baixes de 0-180°/s reflecteixen la força muscular pura mentre que a velocitats altes de més de 180°/s suggereixen el control neuromuscular (Willingenburg NW et al., 2015).

12. Fer la valoració isocinètica

Alguns autors suggereixen que s'ha d'animar el subjecte durant tota la prova, tant de manera verbal com mitjançant una visualització de retroacció de com es du a terme l'exercici, que presenta el mateix programa i que s'observa en la pantalla de l'ordinador connectat al dinamòmetre (Huesa F et al., 2008).

Els **tipus de dinamòmetres** més freqüents que es troben al mercat són: Byodex System 4 Pro (Biodex Medical Systems, Nova York, EUA), Cybex 6000, Con-Trex, Lin-com. Actualment gairebé tots els dinamòmetres disposen de control d'un sistema manual i d'un sistema programable que permet treballar tant amb un sistema passiu com amb un actiu. En concret, el dinamòmetre isocinètic Byodex System 4 Pro permet treballar amb moviments concèntrics, excèntrics i isomètrics.

Els paràmetres que pot determinar el dinamòmetre, d'acord amb la dinamometria isocinètica, són:

- El pic torque, que és el paràmetre mesurat més esmentat en la literatura per la seva extensa aplicació en el món de l'esport d'alta competició (Amorin M i Leme LE, 2006).
- Però existeixen altres variables com el treball total, la potència que donen altres tipus d'informació aplicable a altres tipus de patologies (Brent JL et al., 2013; Dellagrana RA et al., 2015; Siqueira CM et al., 2002).
- Pel que fa a l'articulació del genoll, es pot calcular la relació entre el moviment de flexió i d'extensió, que reflecteix el balanç entre els músculs isquiotibials i quàdriceps, de les tres variables esmentades (quocient Hamstrings/Quàdriceps; (H/Q), etc.) (Alqualo RE, et al., 2010; Zawadzki J et al., 2010).

A continuació es descriuen, amb més detall, les variables isocinètiques que els seus valors varien en funció de la velocitat angular utilitzada durant la prova:

El pic torque (*peak torque*) o màxim moment de força

El pic torque correspon al màxim valor del moment de força registrat. S'expressa en valor absolut i es mesura en newton per metre (N-m). El pic torque es produeix en el punt de màxim avantatge mecànic del múscul i és el paràmetre més utilitzat en les avaluacions isocinètiques.

El pic torque té com a característica que només reflecteix el comportament del múscul que en aquell moment és avaluat en un sector puntual de tot el recorregut. En el cas del genoll s'avalua el moment màxim de flexió i d'extensió (Huesa F et al., 2005; Biodex, 2010).

La potència (*mean power*)

La potència representa la rapidesa d'un un múscul per produir força. S'expressa en valor absolut i es mesura en watts (W) (Biodex, 2010).

A més, la potència es defineix com a treball total durant un període específic de temps i representa la relació entre el treball realitzat i el temps necessari per completar el recorregut de la valoració. Pel que fa al genoll, la potència avalua tant la rapidesa de contreure's en el moviment de flexió com en el moviment d'extensió.

Valors alts de potència indiquen que el subjecte exerceix més treball en menys temps, la qual cosa indica que la funció muscular es troba íntegra (Huesa F et al., 2005).

El treball total (*total work*)

El treball total és indicatiu de la capacitat del múscul per produir força al llarg d'un rang de moviment (Biodex, 2010). S'expressa en valor absolut i es mesura en joules (J).

El treball total es calcula mitjançant la suma de tots els treballs realitzats, durant la valoració isocinètica, en la flexió o en l'extensió.

7. ARTROSI: ARTROSI DE GENOLL

L'artrosi, també anomenada en anglès *osteoarthritis* (OA), és una malaltia de l'aparell locomotor que es caracteritza per la degeneració i pèrdua del cartílag articular, junt amb la proliferació osteocartilaginosa subcondral i dels marges articulars. És la malaltia articular més freqüent, tot i que la seva prevalença no es coneix amb exactitud (McAlindon TE et al.; 2014). L'artrosi afecta el 9,6% dels homes i el 18% de les dones més grans de seixanta anys.

L'artrosi és una afecció que es descriu en pacients amb cinquanta anys o més, la presència d'aquesta malaltia en edats més joves és cada vegada més gran (Álvarez A et al, 2012). A més, l'artrosi és la causa més comuna de dolor en persones més grans de quaranta-cinc anys (Kasper DL, 2016). L'artrosi és la causa més important de discapacitat funcional de l'aparell locomotor en totes les races i zones geogràfiques i la causa més comuna de discapacitat durant les activitats de la vida diària en l'edat adulta, inclòs el nostre país (Comas M et al., 2010; Felson DT, 2006). Als Estats Units, l'artrosi augmentarà entre un 66% i 100% l'any 2020 (Kasper DL, 2016). El genoll és la principal articulació afectada per l'artrosi (Morgado I et al., 2005; Kasper DL, 2016).

Les primeres descripcions es deuen a Hunter i Heberden, però va ser Mueller qui, el 1913, va separar les formes degeneratives de les inflammatòries.

L'artrosi és una malaltia que, a part de relacionar-se amb l'edat, també ho fa amb altres factors de risc, en menor mesura, amb el sexe i el pes corporal, ja que és més freqüent en dones obeses (Comas M et al., 2010). Un altre factor de risc de l'artrosi seria realitzar tasques repetitives com a part de l'ocupació d'una persona durant molts anys. El genoll és la principal articulació afectada per l'artrosi (Morgado I et al., 2005; Kasper DL, 2016).

7.1. Etiopatogènia

El cartílag hialí té una elasticitat més gran que l'os i, per tant, té la missió d'esmortir les càrregues, repartint-les igual per tota la superfície articular. En una persona jove existeix una incongruència articular fisiològica que determina l'existència de diverses àrees de contacte cartilaginós segons la càrrega a la qual és sotmesa l'articulació, així es determina: a) zones de contacte habitual; b) zones de càrregues, que només es recolzen en moments de gran pressió i

c) zones de càrrega inhabitual. En canvi, en una persona gran, l'articulació es fa congruent en tota la seva superfície (Giménez S, 2008). A més, l'existència de líquid sinovial com a lubricant afavoreix el desplaçament regular i la fricció de les superfícies articulars que són fonamentals per a una funció articular normal (Giménez S, 2008).

El deteriorament progressiu del cartílag de les articulacions provoca el desenvolupament de l'artrosi de genoll. Un dels aspectes més importants és l'impacte de l'artrosi com a desencadenant de la simptomatologia que presenta el pacient (Kasper DL, 2016).

L'artrosi es pot classificar en primària o idiopàtica (que significa que la causa és desconeguda), i en secundària:

1. Artrosi primària. Apareix en articulacions prèviament sanes i evoluciona amb l'edat. L'artrosi primària és la més freqüent, i s'han identificat diversos factors que influeixen en el desenvolupament, tals com l'edat, la càrrega genètica, el sexe, la menopausia i l'obesitat. D'igual manera, l'estrès biomecànic que afecta el cartílag articular i l'os subcondral, així com els canvis en la membrana sinovial són importants en la seva patogènesi (Morgado I et al., 2005).

2. Artrosi secundària. Apareix associada a trastorns morfològics o funcionals de diversos orígens: *a)* articular: trastorns inflamatoris, necrosi òssia, trastorns inflamatoris articulars, etc.) o *b)* extra articular: deformitats congènites, dismetries, etc.), que porten a la degeneració del cartílag. En el cas de l'articulació del genoll se sap que lesions lligamentoses prèvies han acabat derivant en el posterior desenvolupament de l'artrosi (Morgado I et al., 2005). En concret, hi ha una associació clara i directa entre la lesió del lligament creuat anterior i el posterior en desenvolupament de l'artrosi (Barenius B et al., 2014; Dulay GS et al., 2015).

7.2. Anatomia patològica

En una articulació afectada per l'artrosi es pot trobar una modificació de l'epífisi òssia:

- Esclerosi de l'os subcondral. Que es manifesta com l'augment de la densitat òssia de l'os subjacent al cartílag articular. La pèrdua de la funció del cartílag incrementa la pressió sobre l'os i en provoca una resposta reactiva.
- Osteòfits. Constitueixen la troballa més específica de l'artrosi, consisteix en proliferacions òssies en les zones marginals. Els osteòfits tenen l'objectiu d'incrementar la superfície de càrrega. Es formen per ossificacions endocondrals

Introducció

en la unió del cartílag sinovial o en el periosti. La presència exclusiva d'osteòfits, si no hi ha altres signes radiogràfics d'artrosi, pot ser deguda a l'envelliment més que a l'artrosi.

- Geodes o quists subcondrals. Apareixen en les artrosis evolucionades. Poden ser úniques o múltiples de dimensions menors de 2 cm amb esclerosi perilesional. Els espais quístics apareixen entre les trabècules dins dels segments d'os subcondral sotmesos a pressió. La localització característica són les zones de màxim estrès de càrrega.
- Cossos osteocondrals. La fragmentació de la superfície articular pot generar cossos osteocondrals.

En un procés artròsic, depenent de l'etapa en la qual estigui, es poden trobar anomalies o malformacions articulars per remodelació del contorn articular, degudes a la remodelació òssia i a les luxacions/subluxacions per alteracions de l'alineació articular normal que es veu amb la malaltia avançada.

Al final del procés es pot arribar a trobar calcificació del cartílag hialí que és un factor pronòstic desfavorable en els pacients d'edat avançada que tenen artrosi de genoll. Les calcificacions de cartílag es poden observar també en pacients amb altres malalties reumàtiques com la condrocalcinosi. Les alteracions radiològiques en l'artrosi depenen si aquestes es localitzen en zones de màxima càrrega o en zones de menys càrrega; així, en les primeres s'observa la disminució de l'espai articular, esclerosi i quists subcondrals, mentre que en la segona domina la formació osteofitària (Clemente F et al., 2011).

7.3. Clínica

El dolor és el principal símptoma de l'artrosi. La causa principal de dolor estaria provocada per l'aparició d'una sinovitis, augment del líquid sinovial o edema ossi (Kasper DL, 2016). En etapes inicials, el dolor és de tipus mecànic (apareix després de l'ús articular) i desapareix durant el repòs. En etapes més avançades el dolor pot ser continuat fins i tot en repòs i presentar un component inflamatori. A més, el dolor repercuteix de manera directa en la reducció de la força muscular dels músculs implicats en l'articulació del genoll (Davison MJ et al., 2017; Hafez AR et al., 2013).

Introducció

En les primeres fases de l'artrosi la radiografia pot ser normal. A mesura que l'artrosi avança el pinçament articular es torna més evident, ja que s'afecta més el cartílag articular tant per la disminució del seu gruix, com del gruix dels elements inclosos en l'articulació com els meniscs. L'artrosi es caracteritza per la disminució asimètrica de l'espai articular (Clemente F et al., 2011; Kasper DL, 2016).

En l'evolució de l'artrosi es diferencien tres fases:

1. **Fase inicial.** L'artrosi primària apareix, al voltant dels cinquanta anys d'edat, amb predomini en les dones, mentre que en les formes secundàries, la seva etiologia sol manifestar-se abans, entre els trenta-cinc i quaranta-cinc anys d'edat.

Els dolors són d'intensitat mitjana, d'instauració brusca, a vegades, i de presentació progressiva en unes altres. El dolor és més intens en canviar de posició i en iniciar la marxa, per a les articulacions de les extremitats inferiors. El dolor millora amb la continuïtat del moviment articular i empitjora amb nous sobreesforços. Els signes inflamatoris locals no solen manifestar-se. Apareix dolor a la palpació local i en els moviments forçats fins al límit de l'arc de moviment articular (Clemente F et al., 2011).

2. **Fase d'estat.** Caracteritzada per l'empitjorament progressiu de la funció articular, els episodis dolorosos són cada vegada més freqüents i duradors. Els canvis estacionals, especialment, la primavera i la tardor, així com els canvis climàtics, desperten amb freqüència un episodi dolorós.

En les fases d'agudització, existeix un component inflamatori més important, amb augment de calor local, vessament articular i contractura muscular antiàlgica. El dolor continu s'accentua amb els canvis de posició, a l'inici del moviment, fent que el dolor aparegui de manera més precoç, i triga més en desaparèixer amb el repòs.

La imatge radiològica és més evident que en la fase anterior. Apareix el pinçament articular, l'esclerosi subcondral és més àmplia i profunda, i comencen a aparèixer els quists ossis (Clemente F et al., 2011).

3. **Fase terminal.** El dolor i la impotència funcional són molt evidents. Les actituds vicioses són molt freqüents. Aquestes actituds anòmales acaben repercutint sobre articulacions veïnes, que a la llarga poden desenvolupar artrosis secundàries per esforç mecànic inusual. El recorregut articular es troba disminuït i els moviments són dolorosos i s'acompanyen de crepitacions. Són freqüents els quadres de bloquejos

Introducció

articulars i en articulacions com el genoll sorgeix secundàriament inestabilitat. Les imatges radiològiques mostren una articulació molt alterada.

Per interpretar els canvis radiològics, es recomana la utilització de l'escala de Kellgren i Lawrence (taula 10) (Clemente F et al., 2011).

Taula 10. Classificació radiològica de l'artrosi segons l'escala de Kellgren i Lawrence (Clemente F et al., 2011).

CLASSIFICACIÓ RADIOLÒGICA DE L'ARTROSI

- **Grau 0 : Normal**
 - **Grau 1 : Lleu**
 - Dubtós estretament de l'espai articular
 - Possible osteofitosi
 - **Grau 2: Lleu**
 - Possible estretament de l'espai articular
 - Osteofitosi
 - **Grau 3: Moderat**
 - Estretament de l'espai articular
 - Osteofitosi moderada múltiple
 - Lleu esclerosi
 - Possible deformitat dels extrems dels ossos
 - **Grau 4: Greu**
 - Remarcad estretament de l'espai articular
 - Abundant osteofitosi
 - Esclerosi greu
 - Deformitat dels extrems dels ossos
-

Introducció



Figura 9. Grau 0 de Kellgren
i Lawrence



Figura 10. Grau 4 de Kellgren
i Lawrence

En el cas de l'artrosi de genoll, els músculs quàdriceps i isquiotibials tenen un paper molt important. La debilitat del quàdriceps augmenta el risc de patir artrosi i això pot predisposar a la progressió de la malaltia (Kasper DL, 2016).

Existeixen estudis que han analitzat casos de pacients amb gonàlgia lleu que van ser examinats amb proves radiològiques i proves isocinètiques. En tots els casos, referent a la prova isocinètica, hi havia debilitat muscular sobretot de la musculatura extensora, és a dir, del múscul quàdriceps (Hafez AR et al., 2013).

En la gonàlgia lleu, el dolor i la limitació de la capacitat funcional va acompanyat de debilitat muscular, que empitjora el curs de la malaltia, per tant existeix interès a enfortir els músculs quàdriceps i isquiotibials (Serrao PR et al, 2015).

7.4. Valoració de l'artrosi de genoll

Són moltes les eines mèdiques que s'utilitzen per fer una valoració de l'artrosi, tant de tipus subjectiu com objectiu.

Els mètodes subjectius per valorar l'artrosi de genoll cada vegada han tingut més valor al llarg dels últims anys, i estan relacionats amb la introducció del concepte de qualitat de vida en el camp de la salut, que valora els efectes sobre la persona que pateix artrosi. Aquesta valoració va començar a destacar durant els anys 1990, i es van crear qüestionaris específics vàlids i fiables, sent un dels més utilitzats el qüestionari Womac (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index). Aquest qüestionari s'utilitza per mesurar la simptomatologia i la discapacitat física percebudes per la població amb artrosi de maluc o de genoll mitjançant

Introducció

una entrevista personal. L'adequació de les seves propietats mètriques del qüestionari s'han demostrat en múltiples investigacions, especialment la seva sensibilitat a detectar el canvi (López S et al., 2009).

Un altre mètode subjectiu que detecta la debilitat muscular o la pèrdua de força muscular és l'escala de Daniels, per intentar fer una aproximació de la força muscular dels músculs flexors i extensors de genoll, els isquiotibials i el quàdriceps (Huesa F et al., 2008).

Els mètodes de valoració de l'artrosi de tipus objectiu inclouen radiografies, ecografies, ressonàncies magnètiques, o la dinamometria isocinètica etc (Kasper DL, 2016)..

Les radiografies estan indicades quan existeix dolor, en el cas de l'articulació del genoll es realitzen si el pacient presenta símptomes o signes que no siguin típics de l'artrosi o si el dolor del genoll persisteix després d'haver iniciat un tractament per l'artrosi (Kasper DL, 2016).

Les troballes radiològiques es correlacionen malament amb la presència i la gravetat del dolor. A més, els signes radiològics poden ser normals en les fases inicials, ja que no detecten la pèrdua del cartílag inicial ni altres troballes de les fases inicials de l'artrosi (Kasper DL, 2016).

L'ecografia és més sensible que la radiologia simple, per evidenciar múltiples alteracions intraarticulars i de parts toves (lesió del cartílag, vessament articular, bursitis, lesions lligamentoses, etc.) que justifiquen la clínica del pacient amb artrosi de genoll.

Tot i que la ressonància magnètica nuclear pot revelar lesions de l'articulació amb artrosi no està indicada pel seu diagnòstic, en concret en fases inicials, excepte que la clínica no concorda amb l'exploració física. Les troballes com les lesions del cartílag es detecten en la majoria dels pacients amb artrosi de genoll, però no ajuden a veure canvis associats amb els tractaments (Kasper DL, 2016).

La utilització de la dinamometria isocinètica com a eina de valoració s'ha detallat en un apartat previ.

HIPÒTESI I

OBJECTIUS

1. HIPÒTESI

L'artrosi és una de les patologies més freqüents del nostre país, en especial la que es localitza a l'articulació del genoll. L'aparició depèn del sexe, de l'edat, de l'índex de massa corporal i de les activitats que es duen a terme durant la vida diària.

Els moviments principals de l'articulació del genoll són els de flexió i d'extensió. Aquests moviments involucren als músculs isquiotibials per al moviment de flexió i al múscul quàdriceps pel moviment d'extensió. A més, el quàdriceps és l'element estabilitzador més important de l'articulació del genoll. Fins ara, s'ha relacionat la disminució de la força del múscul quàdriceps com un factor central de la gonàlgia lleu, associada a les fases inicials de l'artrosi de genoll.

En les primeres fases de l'artrosi no apareixen troballes en les proves d'imatge, per això calen instruments vàlids i fiables que ens permetin mesurar la discapacitat muscular del pacient. En els darrers anys, la dinamometria isocinètica és un dels sistemes més acurats per valorar la força muscular, i és un mètode acceptat per avaluar-la, tant en la recerca com en l'assistència, per obtenir una informació vàlida per al diagnòstic.

Així, doncs, la hipòtesi que se'ns planteja és la següent:

La força muscular disminueix, en un genoll afectat de gonàlgia lleu, especialment en persones joves i obeses. La disminució de la força prové no sols del múscul quàdriceps sinó també de la pèrdua de força dels músculs isquiotibials. Per posar en evidència la disminució de la força, cal un mètode de valoració objectiva com la dinamometria per obtenir dades isocinètiques més precises en pacients amb gonàlgia lleu.

2. OBJECTIUS

2.1. OBJECTIU PRINCIPAL

Valorar els paràmetres isocinètics de força muscular de pic torque, potència i treball total en diverses velocitats angulars, en flexió i en extensió dels diferents grups musculars implicats en l'articulació del genoll i comparar els valors del genoll amb gonàlgia lleu amb el genoll sa de la mateixa persona.

2.2 OBJECTIUS SECUNDARIS

1. Comparar l'equilibri de la força muscular flexora i extensora dels diversos paràmetres isocinètics de pic torque, potència i treball total en un genoll amb sa i en un genoll amb gonàlgia lleu. Aquest equilibri entre la força muscular flexora i extensora es determina pel quocient H/Q.
2. Comparar la diferència de pèrdua de força muscular de les variables pic torque, potència i treball total entre el genoll sa i el genoll amb gonàlgia lleu, entre els dos sexes.
3. Determinar la influència de l'edat i l'índex de massa corporal en els diversos paràmetres isocinètics de pic torque, potència i treball total entre el genoll sa i el genoll amb gonàlgia lleu segons el sexe.

MATERIAL I MÈTODES

1. DISSENY DE L'ESTUDI

1.1. Tipus d'estudi

És un estudi observacional transversal (*cross-sectional study*), que s'ha descrit d'acord amb les normes de la Declaració de la Iniciativa STROBE (*Strengthening the Reporting of Observational studies in Epidemiology*): directrius per la comunicació d' estudis observacionals (Information on the STROBE Initiative is available at www.strobe-statement.org.) (annex 1). Aquest estudi observacional mostra les característiques basals dels participants d'un estudi d'intervenció i per aquest fet coincideix la informació presentada en els annexes 2, 3 i 4 amb el present estudi (Solà R et al., 2015).

Descripció de l'estudi

Tots els participants contactats dels diversos llocs de difusió de l'estudi que apareixen a la taula 11 van ser seleccionats com a possibles participants en l'estudi. A aquests participants se'ls va citar per a una primera visita amb la investigadora principal de l'estudi.

Abans de qualsevol exploració, a la primera visita, les investigadores van informar, de forma oral i per escrit, a cada participant de l'estudi: objectius, mètodes, avantatges i inconvenients, de forma oral i per escrit (annex 2). El participant va tenir prou temps per llegir el full d'informació i si tenia dubtes la investigadora els hi aclaria.

Després de la informació sobre l'estudi, la investigadora va lliurar el full del consentiment informat que el participant havia de signar (annex 3) i datar de pròpia mà per participar en l'estudi. La investigadora també havia de signar el consentiment en el mateix moment.

Després, el participant va rebre un exemplar del consentiment signat i la investigadora en va guardar un altre a l'arxiu de l'estudi al centre. La custòdia del consentiment informat era responsabilitat de la investigadora.

Com constava en el consentiment, es va informar els participants que la seva participació era voluntària i que podien retirar-se de l'estudi en qualsevol moment sense haver de donar cap justificació ni causar cap perjudici al participant.

Material i mètodes

Un cop donada la informació i havent signat el consentiment, es va fer la visita de preselecció per valorar participant:

- Es van revisar els criteris d'inclusió i d'exclusió, descrits més avall.
- Si el participant s'incloïa en l'estudi, es feia la prova isocinètica inicial.
- Es van registrar les variables antropomètriques, l'alçada i el pes, per determinar l'índex de massa corporal. A més, es va registrar la data de naixement per determinar-ne l'edat.

1.2. Ètica

Per poder dur a terme aquest estudi es va elaborar un projecte que es va presentar al Comitè Ètic d'Investigació Clínica (CEIC) de l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus per la seva aprovació. El CEIC va emetre l'informe favorable el 5 de maig de 2010 (annex 4). Aquest informe favorable assegura que es compleixen els requisits ètics necessaris d'idoneïtat del protocol en relació amb l'objectiu de l'estudi, de la capacitat dels professionals que intervenen en l'estudi i que es disposa dels mitjans per portar l'estudi a terme.

La referència de l'informe del CEIC és 10-04-29/4assN1.

El protocol estava d'acord amb la Declaració d'Hèlsinki (revisió de Sud-àfrica del 2000), amb la normativa espanyola vigent quant a estudis d'intervenció nutricional, investigació biomèdica i protecció de dades de caràcter personal, i amb les guies de bones pràctiques clíniques (BPC) de la Conferència Internacional d'Harmonització (CIH).

L'estudi es va realitzar de conformitat amb la Llei orgànica 15/1999, de 13 de desembre, de protecció de dades de caràcter personal.

L'estudi es va dur a terme entre setembre de 2010 i març de 2011 a l'Hospital Universitari Sant Joan (Reus, Espanya).

2. POBLACIÓ DE L'ESTUDI

2.1. Descripció de la població

La població d'estudi l'han format participants que pateixen una gonàlgia lleu, i que presenten dolor amb un valor de l'escala visual analògica (EVA) superior a 3 i inferior a 5 cm sobre 10 cm, i amb una evolució mínima de sis mesos. L'EVA és un abordatge vàlid per mesurar el dolor. L'EVA d'intensitat del dolor més coneguda consisteix en una línia de 10 cm, on l'extrem marcat amb 0 cm indica "no dolor", el 3 cm indica "dolor lleu", el 5 cm indica "dolor mig", el 7 cm indica "dolor fort", el 9 cm i indica "dolor molt fort" i l'extrem citat amb 10 cm expressa "el pitjor dolor imaginable". El participant ha de marcar en la línia el punt que millor descriu la intensitat del seu dolor (Reips UD i Funke F, 2008).

Per reclutar els participants, es va fer difusió de l'estudi mitjançant anuncis que es van distribuir en diversos llocs, on s'indicava el número de telèfon mòbil de contacte, dedicat sols a l'atenció dels possibles candidats a l'estudi. A la taula 11, hi figuren els llocs de reclutament de la població per intervenir a l'estudi.

Taula 11. Llocs de reclutament mitjançant anunci dels participants en l'estudi.

LLOCS DE RECLUTAMENT
Gimnasos
Centres esportius (Reus Deportiu)
Web del Centre Tecnològic de Nutrició i Salut
Pacients derivats del servei de traumatologia de l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus
Centre d'Atenció Primària d'Alcover

Així, totes les persones que van trucar al número de telèfon de l'anunci van passar a ser candidates de l'estudi i es van citar per a la primera visita de preselecció.

2.2. Criteris d'inclusió i exclusió

Es van establir uns criteris que van permetre seleccionar els participants en l'estudi d'entre tota la mostra de població candidata. Es van diferenciar els criteris: criteris d'inclusió i criteris d'exclusió (taula 12).

Tot participant, home o dona, entre 20 i 70 anys, que un cop informat de l'estudi va voler participar havia de complir tots els criteris d'inclusió i, a més, no complir-ne cap dels d'exclusió. El lloc de realització de l'estudi va ser l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus.

Taula 12. Criteris d'inclusió i d'exclusió

CRITERIS D'INCLUSIÓ
<ol style="list-style-type: none">1. Adults entre 20 i 70 anys d'edat.2. Subjectes que pateixin una gonàlgia lleu (valor d'EVA superior a 3 cm i inferior a 5 cm durant un mínim de sis mesos).3. Subjectes que després d'entendre el protocol i el procés de l'estudi hagin proporcionat el consentiment informat per escrit per participar en l'estudi.4. Subjectes considerats en bon estat de salut general segons el seu historial clínic, els exàmens físics i les anàlisis de laboratori disponibles.
CRITERIS D'EXCLUSIÓ
<ol style="list-style-type: none">1. Subjectes que requereixin tractament habitual amb paracetamol o altres fàrmacs per controlar les molèsties articulars.2. Subjectes que pateixin artritis reumatoide activa i qualsevol estat artrític inflamatori que els investigadors considerin excloent.¹3. Subjectes en tractament amb corticosteroides orals en les quatre setmanes anteriors a la selecció.4. Subjectes en tractament amb corticosteroides intraarticulars en l'articulació objecte de l'estudi en els tres mesos anteriors a la selecció.5. Subjectes amb lesió significativa en l'articulació objecte de l'estudi en els 12 mesos anteriors (determinada segons la història clínica).6. Subjectes als quals s'administrin medicacions o suplementes per a l'artrosi en el moment de la selecció.7. Subjectes que depenguin de prescripció mèdica per controlar el dolor.8. Subjectes que participin en algun assaig clínic o hagin rebut un producte d'estudi en els 30 dies anteriors a la selecció o inclusió en l'estudi.9. Dones embarassades o en període de lactància.

¹ Les entitats clíniques que cursen amb processos inflamatoris o degeneratius de l'articulació, en concret: artritis sèptica, artritis, gota, pseudogota, malaltia de Paget, fractures, acromegalia, hemocromatosis, etc.

2.3. Mida de la mostra

La mida de la mostra es sustenta en la valoració de l'increment de la força muscular que es considera clínicament significativa en participants amb gonàlgia lleu, observats en un estudi previ i descrits a la memòria científica i publicats posteriorment (Martínez-Puig D et al., 2012). La variable principal que es va utilitzar en la valoració isocinètica de la força muscular va ser el pic torque. En l'estudi previ de Martínez-Puig et al. es va detectar una diferència significativa, entre el genoll amb gonàlgia lleu a l'inici i al final de la intervenció, d'una mitjana, 5,5 N-m en el pic torque, en extensió i a una velocitat angular de 240°/s, (Martínez-Puig D et al., 2012), i amb una diferència d'un 10% que implicava una millora clínica. A més, per una desviació estàndard (DE) de 8,5 N-m, un nivell de significació de menys de 0,05 bilateral i un poder del 80%, es precisen 40 participants.

3. VARIABLES

El resum de les variables es mostra en la taula 13.

1. Les variables principals són les tres variables de la prova isocinètica:
 - el pic torque (unitats de mesura N-m),
 - la potència (unitats de mesura W),
 - el treball total (unitats de mesura J)

a les dues velocitats programades, 180°/s i 240°/S , tant per a la flexió com per a l'extensió de genoll.

Material i mètodes

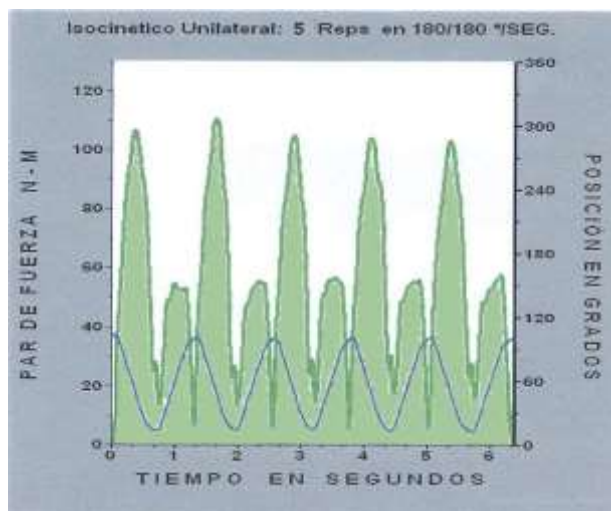


Figura 11. Figura isocinètica. Pic torque i Treball total d'una articulació d'un genoll sa registrada en Biodex System 4 Pro.

Peu de figura 11. En color blau i a la dreta de la figura, s'indica l'angle en el qual està posicionada l'articulació del genoll per realitzar la flexió i l'extensió, de 95° a -5° durant la realització de la prova isocinètica.

En color verd es troba representada l'activitat de la musculatura extensora, corbes més altes, la més alta de totes seria el punt màxim de força, el pic torque. L'activitat de la musculatura flexora, corbes més baixes, la corba més alta indicaria el punt màxim d'aquesta musculatura. Dins l'àrea sota les corbes de color verd és el treball i la suma de les 5 àrees és el treball total realitzat durant la prova isocinètica.

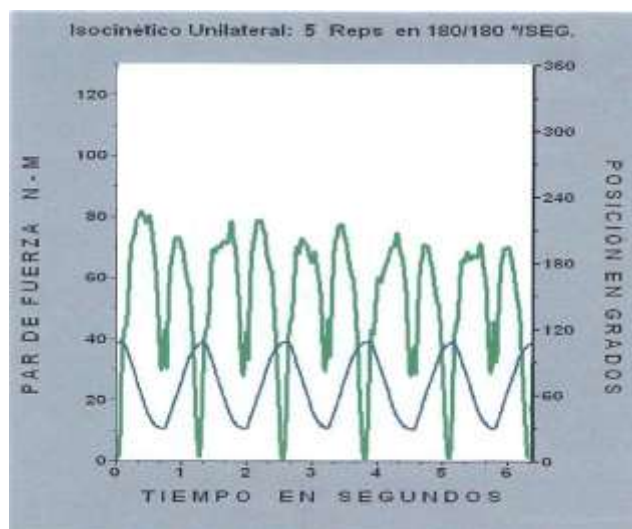


Figura 12. Figura isocinètica. Pic torque d'una articulació d'un genoll amb gonàlgia lleu registrada en Biodex System 4 Pro.

Peu de figura 12. En color blau i a la dreta de la figura, s'indica l'angle en el qual està posicionada l'articulació del genoll per realitzar la flexió i l'extensió, de 95° a -5° durant la realització de la prova isocinètica.

En color verd es troba representat l'activitat de la musculatura extensora, corbes més altes, la més alta de totes seria el punt màxim de força, el pic torque. L'activitat de la musculatura flexora, corbes més baixes, la corba més alta indicaria el punt màxim d'aquesta musculatura. Dins l'àrea sota les corbes de color verd és el treball i a suma de les 5 àrees és el treball total realitzat durant la prova isocinètica.

Material i mètodes

Una vegada realitzada la prova isocinètica, el dinamòmetre isocinètic dóna el registre de les tres variables. En la figura 11 es mostra una corba d'una articulació d'un genoll sa, de color verd, en què el punt més alt indica el pic torque, el màxim moment de força durant la prova.

El pic torque correspon al màxim valor del moment de força registrat i es produeix en el punt de màxim avantatge mecànic del múscul on ha fet més força.

A la figura 12, s'expressa un tipus de corba de pic torque, però en aquest cas és una corba d'un genoll amb gonàlgia lleu. El treball muscular, gràficament correspon a l'àrea compresa sota el perfil de la corba, i la suma de tots els treballs, en el nostre cas de 5 repeticions, és el treball total.

En la variable treball total és important observar la forma de la corba, ja que ens indica la qualitat del treball muscular. Així, el correcte és observar una corba en forma de paràbola simètrica sinó fos així, indicaria alteracions del treball muscular.

La potència representa la relació entre el treball realitzat i el temps necessari per completar el recorregut de la prova isocinètica, és el treball total dividida pel temps.

2. Les variables secundàries que es van determinar són:

2a. La variable quocient H/Q equilibri muscular isquiotibials/quàdriceps, es va calcular a partir d'una modificació de la proposta de Kong P i Burns S (2009):

- variable isocinètica en flexió dividida per la mateixa variable isocinètica en extensió per a una velocitat determinada. Per exemple en el cas del pic torque és:

$$\frac{\text{Pic torque isquiotibials}}{\text{Pic torque quàdriceps}}$$

2b. La variable diferència de pèrdua muscular entre el genoll sa i el genoll amb gonàlgia lleu entre els homes i les dones. Aquesta diferència es va calcular per cada una de les variables isocinètiques en flexió i en extensió i a cada una de les dues velocitats de la següent forma:

- es realitza la resta entre una determinada variable isocinètica del genoll sa i del genoll amb gonàlgia lleu d'una mateix participant, i
- es va comparar els resultats d'aquesta resta entre homes i dones.

Per exemple: Homes (treball total genoll sa – treball total genoll gonàlgia lleu) – dona (treball total genoll sa – treball total genoll gonàlgia lleu)

2c. La classificació dels participants per:

- l'edat: inferior i superior a cinquanta anys i

Material i mètodes

- la classificació per les categories de l'índex de massa corporal: normopès amb un índex de massa corporal inferior o igual a 25 kg/m², sobrepès entre 25 i 30 kg/m², aquest inclòs, i obesitat superior a 30 kg/m².

Taula 13. Resum de les variables principals i secundàries de l'estudi.

Variable / Valor	Tipus	Mesura	Quan	Qui
Principals				
180°FPT, N-m	Quantitativa contínua	Escala	2a visita	Fisioterapeuta
180°EPT, N-m	Quantitativa contínua	Escala	2a visita	Fisioterapeuta
240°FPT, N-m	Quantitativa contínua	Escala	2a visita	Fisioterapeuta
240°EPT, N-m	Quantitativa contínua	Escala	2a visita	Fisioterapeuta
180°FP, W	Quantitativa contínua	Escala	2a visita	Fisioterapeuta
180°EP, W	Quantitativa contínua	Escala	2a visita	Fisioterapeuta
240°FP, W	Quantitativa contínua	Escala	2a visita	Fisioterapeuta
240°EP, W	Quantitativa contínua	Escala	2a visita	Fisioterapeuta
180°FTT, J	Quantitativa contínua	Escala	2a visita	Fisioterapeuta
180°ETT, J	Quantitativa contínua	Escala	2a visita	Fisioterapeuta
240°FTT, J	Quantitativa contínua	Escala	2a visita	Fisioterapeuta
240°ET, J	Quantitativa contínua	Escala	2a visita	Fisioterapeuta
Quocient H/Q	Quantitativa contínua	Escala	2a visita	Fisioterapeuta
Sexe/Home, Dona	Qualitativa	Nominal	1a visita	Investigadora
Secundàries				
Edat/20 a 66 anys	Quantitativa contínua	Escala	1a visita	Investigadora
IMC/<25,entre 25 i 30, >30 kg/m ²	Quantitativa contínua	Escala	1a visita	Investigadora

180° FPT: pic torque en el moviment de flexió a la velocitat de 180°/s. 180° EPT: pic torque en el moviment d'extensió a la velocitat de 180°/s. 240° FPT: pic torque en el moviment de flexió a la velocitat de 240°/s. 240° EPT: pic torque en el moviment d'extensió a la velocitat de 240°/s. 180° FTT: treball total en el moviment de flexió a la velocitat de 180°/s. 180° ETT: treball total en el moviment d'extensió a la velocitat de 180°/s. 240° FTT: treball total en el moviment de flexió a la velocitat de 240°/s. 240° ETT: treball total en el moviment d'extensió a la velocitat de 240°/s. 180° FP: potència en el moviment de flexió a la velocitat de 180°/s. 180°EP: potència en el moviment d'extensió a la velocitat de 180°/s. 240° FP: potència en el moviment de flexió a la velocitat de 240°/s. 240° EP: potència en el moviment d'extensió a la velocitat de 240°/s. Quocient H/Q: índex hamstrings/quàdriceps.

4. VALORACIÓ ISOCINÈTICA DE LA FORÇA MUSCULAR

La prova isocinètica muscular es va realitzar per la doctoranda que és fisioterapeuta i la resta de fisioterapeutes del Servei de Rehabilitació, Fisioteràpia i Logopèdia de l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus.

Per la realització de la prova es precisa de :

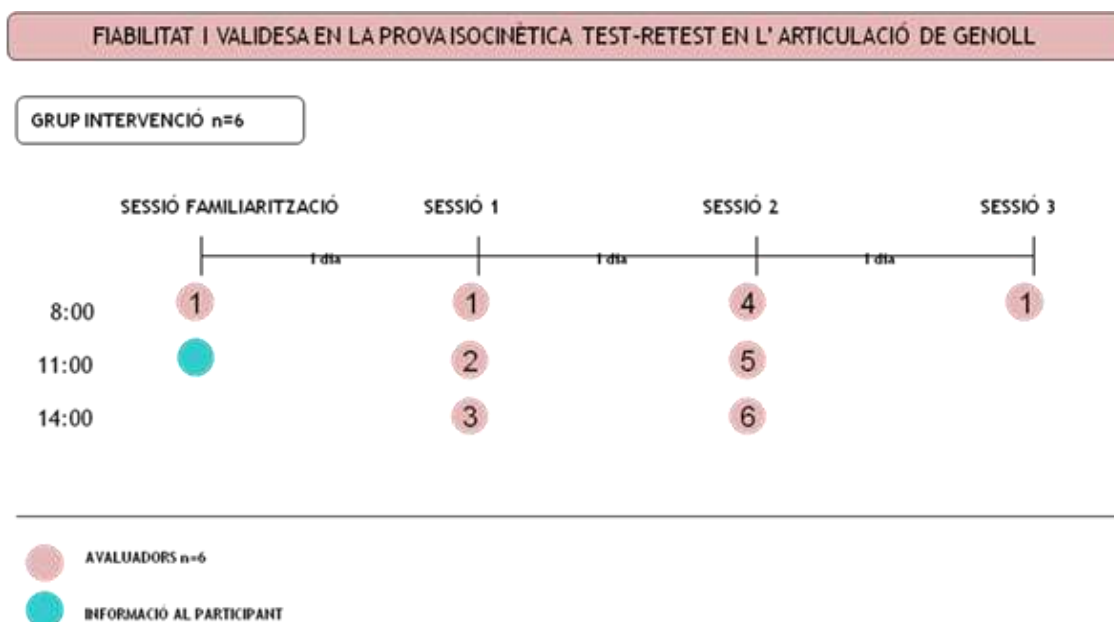
- a) **Aparell.** L'avaluació es va dur a terme amb un dinamòmetre isocinètic Biodex System 4 Pro (Biodex Medical Systems, Nova York, EUA) (figura 13).
- b) **Determinacions de les mesures isocinètiques.** Es va elaborar un protocol normalitzat de treball (PNT), en el qual es va detallar el procés de realització de les proves isocinètiques en els subjectes d'estudi (annex 5).
- c) **Fiabilitat de les mesures isocinètiques.** Prèviament a la realització de les proves isocinètiques als participants, es va realitzar un estudi anomenat *"Fiabilitat i validesa en la prova isocinètica test-retest en l'articulació del genoll"* on es determinava la fiabilitat interavaluador i intraavaluador de les mesures obtingudes amb la prova isocinètica.

L'estudi es duu a terme amb 6 avaluadors (R1...R6) i 6 participants i efectuant 4 sessions, 1 de familiarització i 3 de prova de valoració isocinètica:

- 1. Sessió de familiarització: on l'avaluador R1 fa la prova a cada participant. D'aquesta prova no comptabilitzaran dades per als resultats finals.
- 2. Sessions de prova de valoració isocinètica:
 - 2.1. Sessió 1 de prova: on els avaluadors R1, R2 i R3 realitzen l'avaluació funcional de la força a cada participant, deixant 3 hores de descans pels avaluadors i pels participants.
 - 2.2 Sessió 2 de prova: idèntica a la 1ª sessió, però la prova és realitzada pels avaluadors R4, R5 i R6.

Material i mètodes

2.3.Sessió 3 de prova: l'avaluador R1 fa la prova re-test a tots 6 participants. Cada participant és avaluat set vegades, 5 vegades per diferents avaluadors (R2, R3, R4, R5 i R6) i 2 vegades per l'avaluador principal, investigador de l'estudi (R1).



La fiabilitat interavaluador queda definida en la 1^a i 2^a sessió de prova i la fiabilitat intraavaluador queda definida entre la 1^a i 3^a sessió de prova.

Els resultats de fiabilitat són entre bons i molt bons, d'acord amb els criteris de Landis i Koch que indiquen que el coeficient de correlació interclasse (ICC) superior a 0,81 fins a 1, és correcte (Landis JR i Koch GG, 1977). Per tant, l'equip de fisioterapeutes estava preparat per a la realització de les mesures isocinètiques als participants. Pel que fa a l'interavaluador, l'ICC per al màxim moment de força va ser de 0,93 —interval de confiança (IC) del 95%: 0,84-0,97—, i per a intraavaluador l'ICC per al pic torque va ser de 0,97 (IC del 95%: 0,85, 0,99). Com a resultat, la fiabilitat i validesa de les mesures isocinètiques demostren que els valors obtinguts entre les fisioterapeutes i les repeticions de les proves realitzades per una mateixa fisioterapeuta en el dinamòmetre Biodex System 4 Pro són fiables per a la valoració isocinètica de l'articulació del genoll

d) Procés per a la determinació de les mesures isocinètiques. La prova isocinètica es realitza de la manera següent:

Material i mètodes

1. En iniciar el dinamòmetre, automàticament s'autocalibra. Una vegada calibrat els moviments de flexió i d'extensió, aquests es realitzaran mitjançant un treball muscular isocinètic concèntric-concèntric, que és el tipus de treball més utilitzat. Això implica, un treball muscular en contra de la gravetat que ve determinat per l'aparell isocinètic en forma de resistència. Independentment del tipus de treball isocinètic que es realitzi no variarà ni la posició del participant ni els moviments de flexió i extensió. El que si que variarà és la resistència que el participant ha de vèncer, depenent de si s'utilitza un treball concèntric o excèntric.

Les velocitats angulars escollides són de 240°/s (Martínez-Puig D et al., 2012), donat que estudis previs utilitzaven aquesta velocitat i 180°/s que reflecteixen força muscular.

2. La prova isocinètica es realitza tant al genoll sa com al genoll amb gonàlgia lleu. Primer el genoll dret i després l'esquerre independentment de si era el genoll sa o el genoll amb gonàlgia lleu. La prova per cada genoll és la següent:
 1. El seient del dinamòmetre es col·loca en una posició que té 90° de rotació.
 2. El participant pot seure al seient.
 3. A continuació es regula el reposacaps.
 4. Tot seguit, l'esquena del seient s'inclina a 85°.
 5. Es desplaça el seient endavant per fer coincidir als dos còndils femorals de l'articulació del genoll que s'està valorant amb l'eix del dinamòmetre de forma perpendicular.
 6. S'ha de moure el dinamòmetre de manera que l'eix quedi a una distància d'uns 4 cm, de la cara externa de l'articulació del genoll.
 7. Després es posa l'útil, que és una peça, que varia de forma i de mida depenent de l'articulació que s'ha de valorar. Aquest útil s'encaixa al dinamòmetre a 90°, abans d'iniciar la prova isocinètica. Aquests 90° del dinamòmetre són una altra característica diferent dels 90° del seient i de la part de l'esquena del seient.
 8. L'útil queda unit al dinamòmetre.
 9. Es fixa l'útil a l'articulació del turmell del participant, amb una turmellera de la cama que es valora.
 10. A continuació, en el dinamòmetre, es determina el recorregut articular del genoll del participant durant la prova isocinètica, que és des de 95° en flexió a -5° en extensió.

Material i mètodes

11. Es clica la tecla d'inici del registre de la prova a l'ordinador.
12. La fisioterapeuta col·loca una mà a la cuixa que s'ha de valorar del participant.
13. L'altra mà de la fisioterapeuta es col·loca a nivell del turmell de la cama a valorar del participant.
14. Preescalfaments amb l'aparell isocinètic. Es mou l'articulació del genoll en flexió i en extensió, a $180^{\circ}/s$, i en aquest cas es realitzen 10 repeticions de flexió i extensió durant el recorregut articular, de 95° a -5° . En arribar a la desena repetició, la fisioterapeuta manté la cama del participant en la posició de flexió i automàticament se sent un senyal sonor que indica que el participant pot iniciar la prova isocinètica.
15. Inici de les determinacions isocinètiques. El participant fa 5 repeticions de flexió i d'extensió de genoll durant el recorregut articular establert a la velocitat de $180^{\circ}/s$.
16. Una vegada finalitzades les 5 repeticions, el participant ha de fer un descans de 2 minuts, que es reflecteix amb un rellotge a la pantalla de l'ordinador i així el participant i la fisioterapeuta puguin controlar aquest període de descans.
17. Una vegada finalitzat el descans predeterminat de 2 minuts, que s'indica amb un senyal sonor, el participant ha d'iniciar 5 repeticions de flexió i extensió de genoll a la velocitat de $240^{\circ}/s$.
18. Quan finalitzin aquestes 5 repeticions, s'haurà acabat la valoració isocinètica d'un dels genolls que s'han de valorar.
19. A continuació, la fisioterapeuta mourà el dinamòmetre a l'altre extrem per una guia que forma part del dinamòmetre i que es recolza a terra per tal de valorar l'altre genoll.
20. El procediment de valoració del segon genoll a valorar és igual que el del primer, perquè es segueix el mateix protocol, però s'ha de rotar el dinamòmetre a 180° .

Material i mètodes

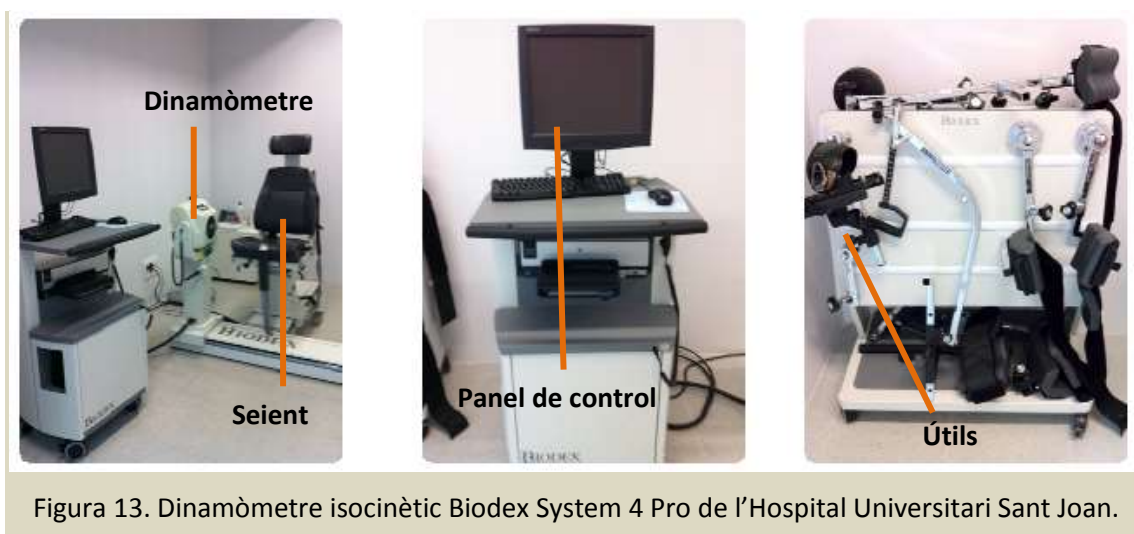


Figura 13. Dinamòmetre isocinètic Biodex System 4 Pro de l'Hospital Universitari Sant Joan.

5. ANÀLISI ESTADÍSTICA

Els resultats descriptius s'han expressat com a mitjana \pm DE. S'ha calculat l'IC del 95%. Quan els resultats no han seguit una distribució normal, s'ha expressat en mediana.

Es va utilitzar el test de Kolmogorov-Smirnov com a prova de determinació de la normalitat de les variables.

A més, es van separar els participants entre sexes i es va utilitzar la prova *t* de Student per a mostres aparellades per a les variables contínues i mostres independents que segueixen una distribució normal.

El test de Wilcoxon es va emprar per a mostres aparellades per a les variables contínues que tenien una distribució no normal.

La prova U de Mann-Whitney es va realitzar per a mostres independents quan la distribució de la població no era normal.

La significació de $p < 0,05$ va ser considerada estadísticament significativa.

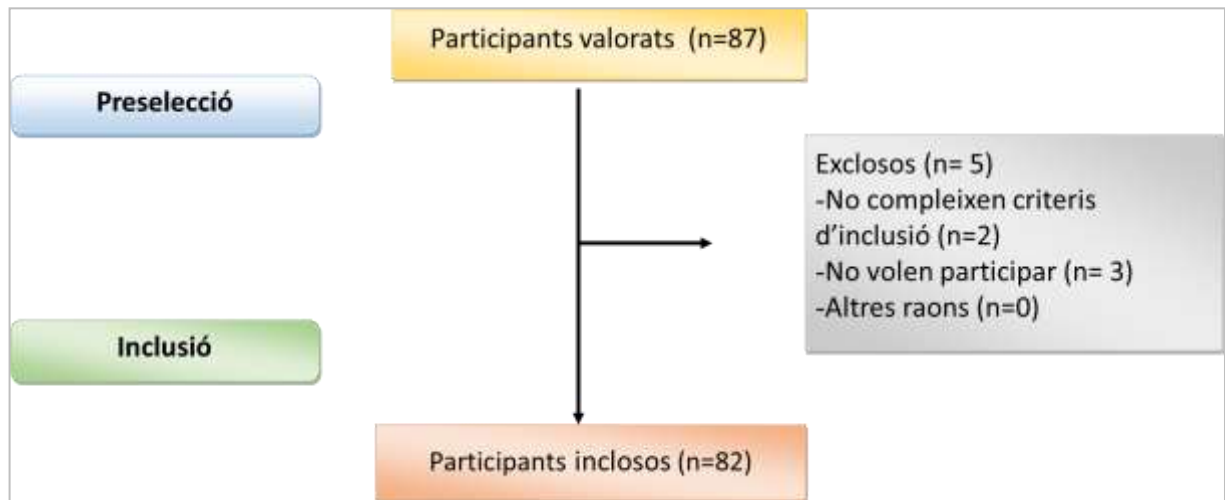
Els resultats es van tractar de forma estadística amb el programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versió 22.0 per a Windows.

RESULTATS

1.DESCRIPCIÓ DE LA POBLACIÓ

DIAGRAMA DE FLUX

El diagrama de flux està descrit d'acord amb les normes STROBE (www.strobe-statement.org).



S'ha dut a terme una anàlisi descriptiva de tota la població de 82 participants com es mostra en la taula 14.

Taula 14. Característiques demogràfiques

n=82			
DADES ANTROPOMÈTRIQUES	MITJANA	±	DE
Edat	42,48	±	11,62
Sexe (%Homes, %Dones)	38,6	/	61,4
Pes (Kg)	70,47	±	14,48
Alçada (cm)	166,43	±	14,48
IMC	25,42	±	4,38

Els resultats s'expressen en mitjana ± desviació estàndard. Kg: quilograms; cm: centímetres; IMC: índex de massa corporal

2.RESULTATS ISOCINÈTICS

2.1. Paràmetres isocinètics pic torque, potència, treball total classificat per sexe

Els valors de les variables isocinètiques entre el genoll sa i el genoll amb gonàlgia lleu, de pic torque, potència i treball total dels 82 subjectes es descriuen com a mitjana \pm DE, excepte quan una variable té una distribució no normal en què el resultat s'expressa amb mediana. També es descriu l'IC del 95%, límit superior i límit inferior, tant del genoll sa com del genoll afectat, en els moviments de flexió i extensió a les velocitats isocinètiques de 180°/s i 240°/s classificat per sexe.

2.1.1. Pic torque

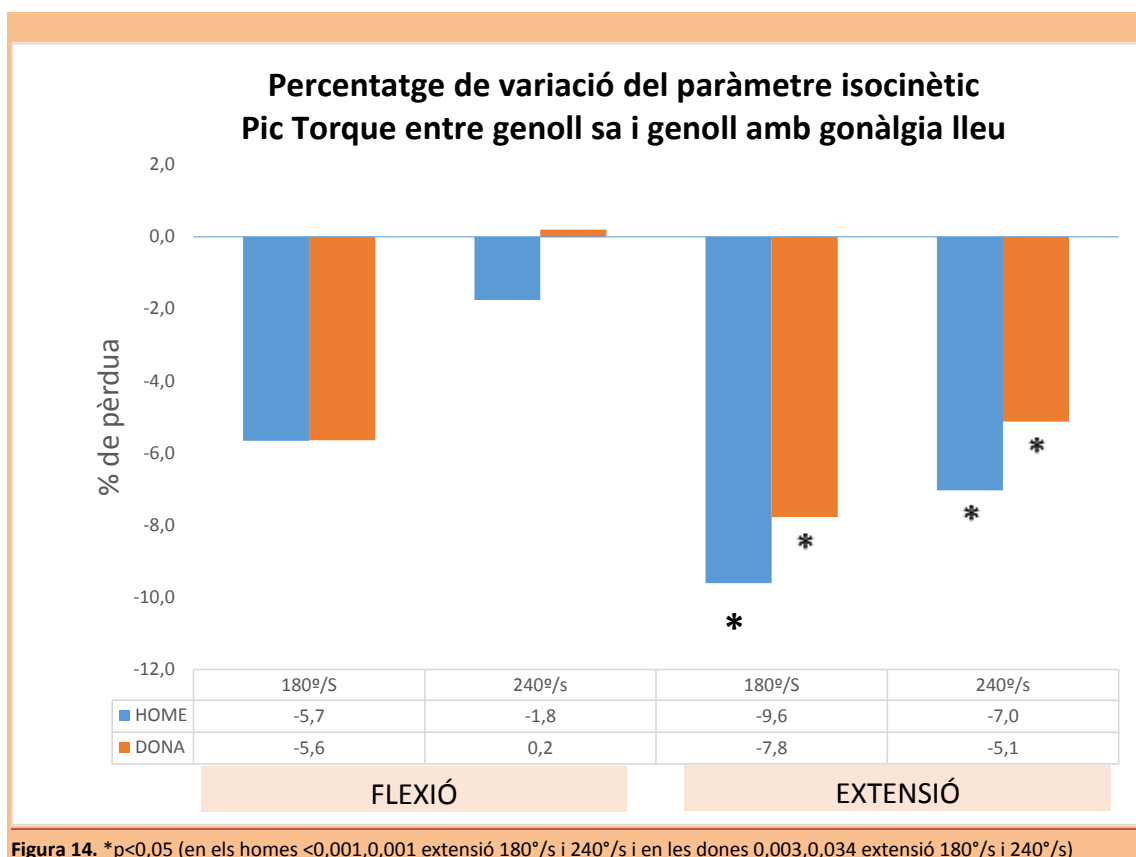
Per a la variable de pic torque es poden observar els diversos valors obtinguts a la taula 15. El pic torque mostra una disminució entre els dos genolls en el moviment d'extensió tant en homes com en dones a les velocitats de 180°/s i 240°/s ($p < 0,001$, respectivament).

Taula 15. Valors de la variable isocinètica de Pic Torque en una població amb gonàlgia lleu. Resultats del genoll sa i el genoll amb gonàlgia lleu, classificat per sexe

		GENOLL SA				GENOLL AMB GONÀLGIA LLEU				p
		MITJANA ± DE	IC		MITJANA ± DE	IC				
			LS	LI		LS	LI			
HOMES n=31										
180º / S	FLEXIÓ	57,46 ± 20,66	65,04	49,88	54,21 ± 22,81	62,57	45,84	0,070		
	EXTENSIÓ	116,17º	130,94	101,41	105,01 ± 41,42	120,20	89,81	<0,001 ^p		
240º / S	FLEXIÓ	57,27 ± 21,16	65,04	49,51	56,27 ± 22,30	64,45	48,09	0,699		
	EXTENSIÓ	102,04 ± 35,16	114,94	89,14	94,87 ± 34,35	107,47	82,26	0,001		
DONES n=51										
180º / S	FLEXIÓ	30,90 ± 12,35	34,38	27,43	29,16 ± 11,65	32,44	25,88	0,141		
	EXTENSIÓ	60,07 ± 19,81	65,64	54,49	55,40 ± 19,08	60,77	50,03	0,003		
240º / S	FLEXIÓ	30,54 ± 12,21	33,97	27,11	30,60º	32,81	25,80	0,316 ^p		
	EXTENSIÓ	53,67 ± 16,33	58,27	49,08	50,92 ± 16,35	55,52	46,32	0,034		

Pico Torque=N-m. Els resultats s'expressen en mitjana \pm desviació estàndard i interval de confiança del 95%(LS:límit superior,LI: límit inferior) per les variables amb distribució normal. ^o Els valors no normals s'expressen amb valors de mediana. p: significació per T d'Student per mostres aparellades; ^B: test de Wilcoxon

Resultats



En la figura 14, es mostra el percentatge de pèrdua del pic torque del genoll amb gonàlgia en relació amb el genoll sa. Aquest percentatge es basa en els resultats descrits en la taula 15. Els percentatges de disminució del pic torque en extensió són significatius però tots els valors són inferiors al 10%, no tenen rellevància clínica.

2.1.2. Potència

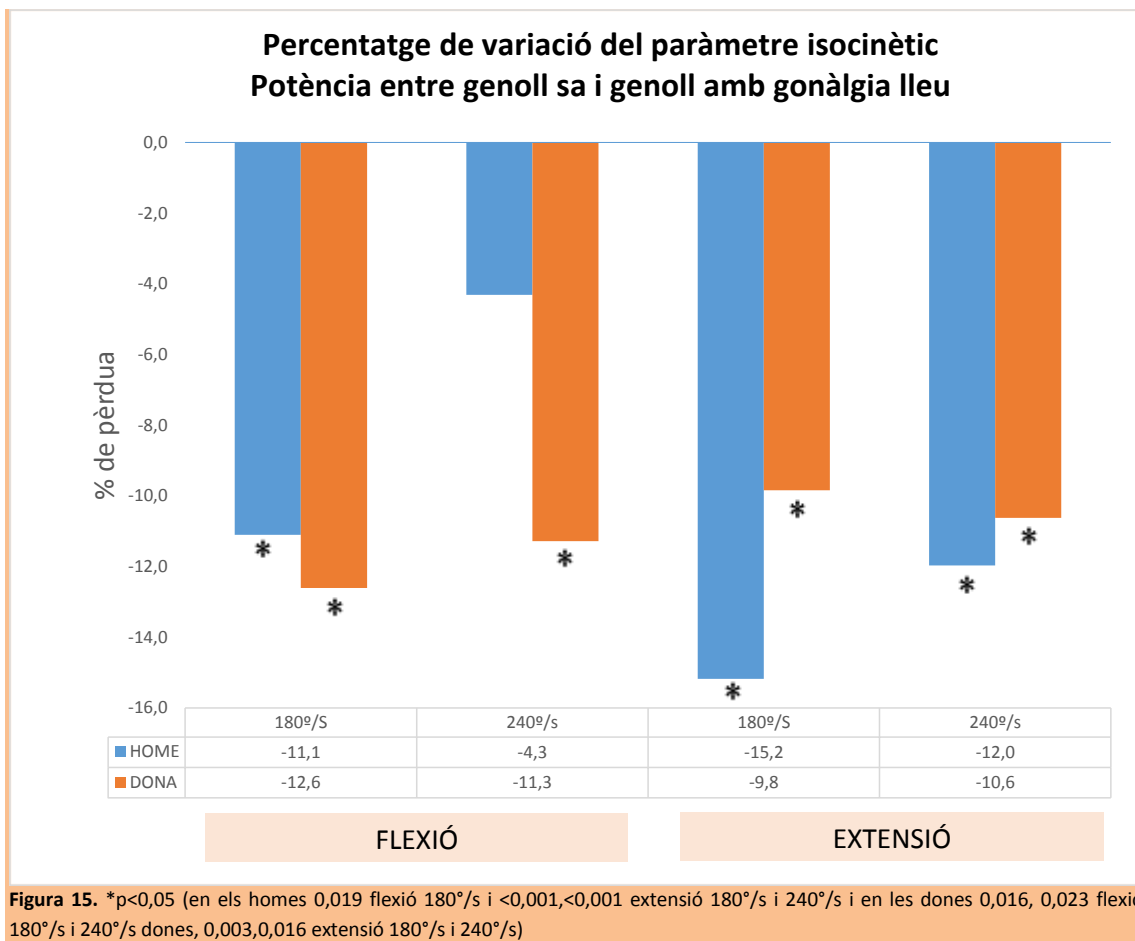
Els resultats de la variable potència es poden veure en la taula 16, i es pot observar que disminueix en flexió i extensió tant en homes com en dones i a les dues velocitats ($p < 0,001$ respectivament), excepte en els homes en el moviment de flexió a la velocitat de $240^\circ/\text{s}$, en què no es troba significació.

Resultats

Taula 16. Valors de la variable isocinètica de Potència en una població amb gonàlgia lleu. Resultats del genoll sa i el genoll amb gonàlgia lleu, classificat per sexe

		GENOLL SA			GENOLL AMB GONÀLGIA LLEU			P
		MITJANA ± DE	IC		MITJANA ± DE	IC		
			LS	LI		LS	LI	
HOMES n=31								
180º / S	FLEXIÓ	295,68 ± 138,44	346,46	244,90	262,86 ± 147,82	317,08	208,64	0,019
	EXTENSIÓ	601,19 ± 223,70	683,24	519,13	509,94 ± 229,23	594,03	425,86	<0,001
240º / S	FLEXIÓ	281,64 ± 145,48	35,00	228,28	269,50 ± 144,32	322,44	216,57	0,337
	EXTENSIÓ	563,50 ± 218,22	643,54	483,46	496,08 ± 210,85	573,43	418,74	<0,001
DONES n=51								
180º / S	FLEXIÓ	132,64 ± 73,01	153,17	112,11	115,92 ± 71,00	135,89	95,95	0,016
	EXTENSIÓ	299,67 ± 115,10	332,04	267,29	270,19 ± 112,20	301,74	238,63	0,003
240º / S	FLEXIÓ	120,38 ± 73,02	140,92	99,84	106,81 ± 68,01	125,94	87,68	0,023
	EXTENSIÓ	280,70 ^a	302,45	243,89	250,90 ± 106,93	280,97	220,82	0,016 ^b

Potència=Watts. Els resultats s'expressen en mitjana ± desviació estàndard i interval de confiança del 95%(LS:límit superior,LI: límit inferior) per les variables amb distribució normal. ^a Els valors no normals s'expressen amb valors de mediana. p: significació per T d'Student per mostres aparellades; ^b: test de Wilcoxon



En la figura 15, es pot veure que en la variable potència hi ha un percentatge significatiu de pèrdua superior al 10%, tant en el moviment de flexió com en el d'extensió a les dues velocitats en homes i en dones. Així, aquestes significacions de la potència són clínicament rellevants.

Resultats

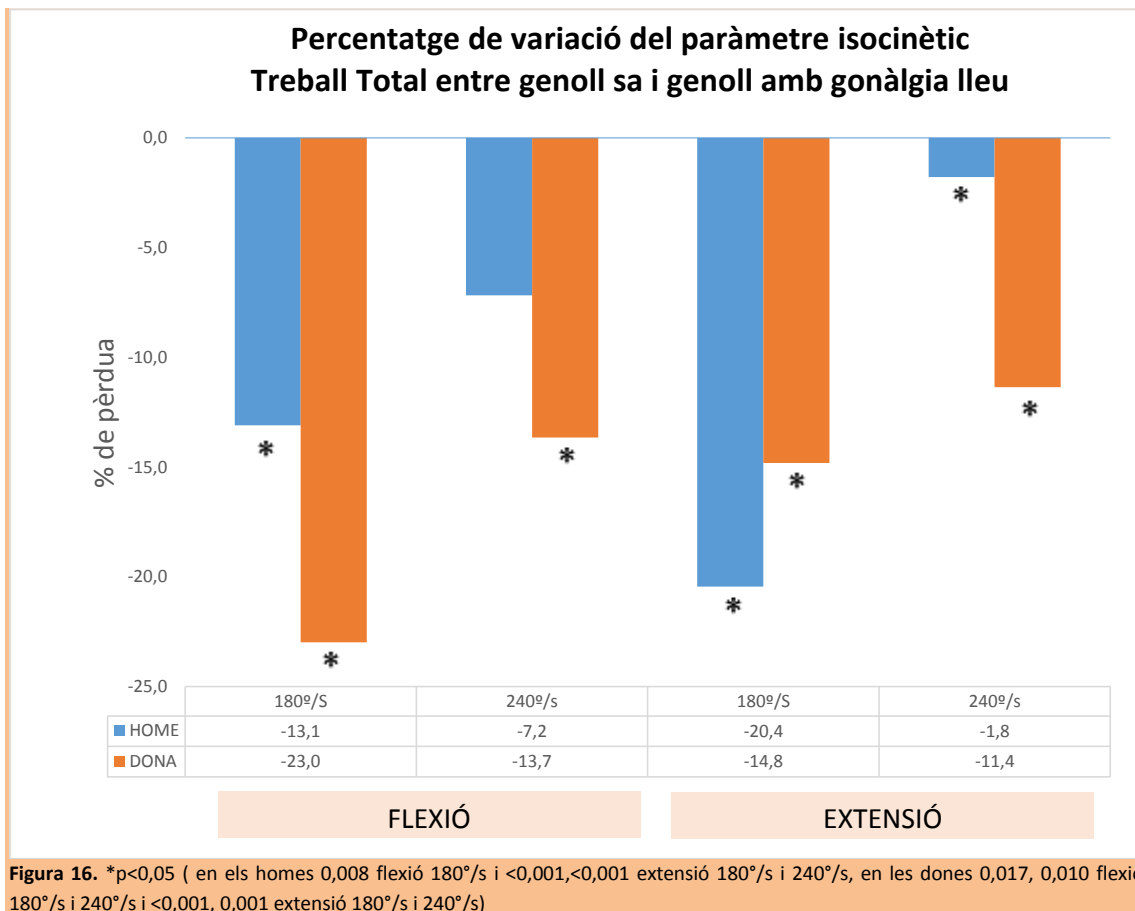
2.1.3. Treball total

Per a la variable de treball total es poden observar els diversos valors a la taula 17. Hi ha disminució tant en homes com en dones en els moviments de flexió i extensió a les dues velocitats ($p < 0,001$ respectivament), excepte en els homes en el moviment de flexió i a la velocitat de $240^\circ/s$, en què no es troba significació.

Taula 17. Valors de la variable isocinètica de Treball Total en una població amb gonàlgia lleu. Resultats del genoll sa i el genoll amb gonàlgia lleu, classificat per sexe

		GENOLL SA				GENOLL AMB GONÀLGIA LLEU				P
		MITJANA ± DE	IC		MITJANA ± DE	IC				
			LS	LI		LS	LI			
HOMES n=31										
180º / S	FLEXIÓ	93,33 ± 47,26	110,67	76,00	81,11 ± 49,89	99,41	62,81	0,008		
	EXTENSIÓ	193,37 ± 76,77	221,52	165,21	153,85 ± 75,28	181,46	126,23	<0,001		
240º / S	FLEXIÓ	104,51 ± 57,73	125,68	83,33	97,02 ± 57,06	117,95	76,09	0,122		
	EXTENSIÓ	214,83 ± 88,23	247,20	182,47	211,00 ^a	215,15	154,57	<0,001 ^a		
DONES n=51										
180º / S	FLEXIÓ	45,10 ^a	47,74	34,08	34,74 ± 23,56	41,36	28,11	0,017 ^a		
	EXTENSIÓ	94,71 ± 41,00	106,24	83,18	80,69 ± 39,05	91,67	69,70	<0,001		
240º / S	FLEXIÓ	43,93 ± 29,60	52,25	35,60	37,93 ± 27,51	45,67	30,19	0,010		
	EXTENSIÓ	104,22 ± 47,22	117,50	90,94	92,38 ± 45,87	105,28	79,48	0,001		

Treball Total= Joules. Els resultats s'expressen en mitjana \pm desviació estàndard i interval de confiança del 95%(LS:límit superior,LI: límit inferior) per les variables amb distribució normal. ^a Els valors no normals s'expressen amb valors de mediana. p: significació per T d'Student per mostres aparellades; ^b: test de Wilcoxon



Resultats

En la figura 16, es pot veure la disminució significativa del percentatge en la variable de treball total de en tots el valors excepte en homes a la velocitat de 240°/s en flexió. La disminució del treball total a part de ser estadísticament significatius són valors clínicament rellevants, ja que hi ha més d'un 10% de pèrdua del valor isocinètic de treball total, excepte en els homes a la velocitat de 240°/s en extensió.

2.2. Paràmetres isocinètics de pic torque, potència i treball total classificat per sexe i per rang d'edat

Els resultats de les variables isocinètiques pic torque, potència i treball total dels participants dividits en homes i dones menors de cinquanta anys i en més grans o igual a cinquanta anys es mostren a continuació:

2.2.1. Pic torque

Per a la variable de pic torque es poden observar els diversos valors a la taula 18. En els homes, en els dos grups d'edat, hi ha disminució en els moviments d'extensió a les velocitats de 180°/s i 240°/s ($p=0,002$ respectivament). En les dones únicament hi ha disminució en les menors de cinquanta anys en el moviment d'extensió a 180°/s ($p=0,017$).

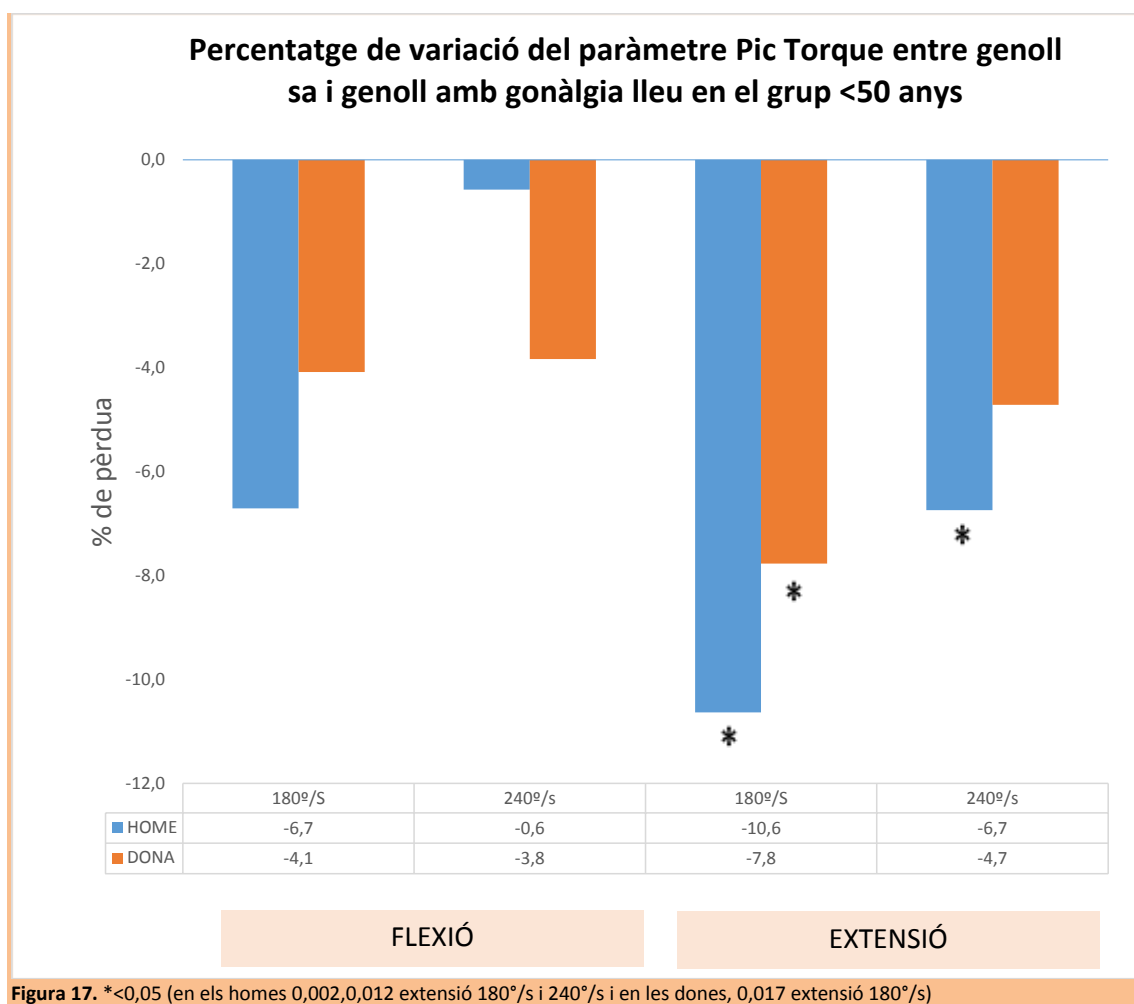
Taula 18. Valors de la variable isocinètica de Pic Torque en una població amb gonàlgia lleu. Resultats del genoll sa i el genoll amb gonàlgia lleu, classificat per sexe i rang d'edat

		GENOLL SA				GENOLL AMB GONÀLGIA LLEU			P	
		MITJANA ± DE		IC		MITJANA ± DE		IC		
				LS	LI			LS		LI
		HOMES								
Població <50a n=21										
180º / S	FLEXIÓ	61,25 ± 19,27	70,03	52,48	57,14 ± 22,96	67,59	46,69	0,079		
	EXTENSIÓ	137,30º	145,10	110,95	122,70º	133,25	97,73	0,002 ^B		
240º / S	FLEXIÓ	58,99 ± 20,49	68,32	49,67	58,65 ± 23,30	69,26	48,05	0,918		
	EXTENSIÓ	111,08 ± 33,93	126,52	95,63	103,59 ± 32,24	118,26	88,91	0,012		
Població ≥50a n=10										
180º / S	FLEXIÓ	49,49 ± 22,20	65,37	33,61	48,04 ± 22,37	64,04	32,04	0,606		
	EXTENSIÓ	91,30 ± 35,48	116,68	65,92	82,99 ± 39,27	111,08	54,90	0,008		
240º / S	FLEXIÓ	53,67 ± 23,21	70,28	37,06	51,26 ± 20,23	65,73	36,79	0,596		
	EXTENSIÓ	83,06 ± 31,20	105,38	60,74	76,55 ± 32,75	99,98	53,12	0,029		
DONES										
Població <50a n=34										
180º / S	FLEXIÓ	31,26 ± 12,14	35,49	27,02	29,98 ± 12,11	34,21	25,76	0,390		
	EXTENSIÓ	62,06 ± 21,26	69,75	54,64	57,24 ± 20,90	64,53	49,94	0,017		
240º / S	FLEXIÓ	30,84 ± 12,67	35,26	26,42	29,66 ± 11,37	33,62	25,69	0,415		
	EXTENSIÓ	55,03 ± 17,30	61,06	48,99	52,43 ± 16,94	58,34	46,52	0,115		
Població ≥50a n=17										
180º / S	FLEXIÓ	30,19 ± 13,11	36,94	23,45	22,400º	33,08	21,94	0,227 ^B		
	EXTENSIÓ	56,09 ± 16,41	64,53	47,65	51,72 ± 14,68	59,27	44,18	0,078		
240º / S	FLEXIÓ	29,94 ± 11,58	35,90	23,99	28,60 ± 14,77	36,19	21,01	0,478		
	EXTENSIÓ	50,97 ± 14,31	58,32	43,61	43,80º	55,67	40,12	0,266 ^B		

Pico Torque=N-m. Els resultats s'expressen en mitjana ± desviació estàndard i interval de confiança del

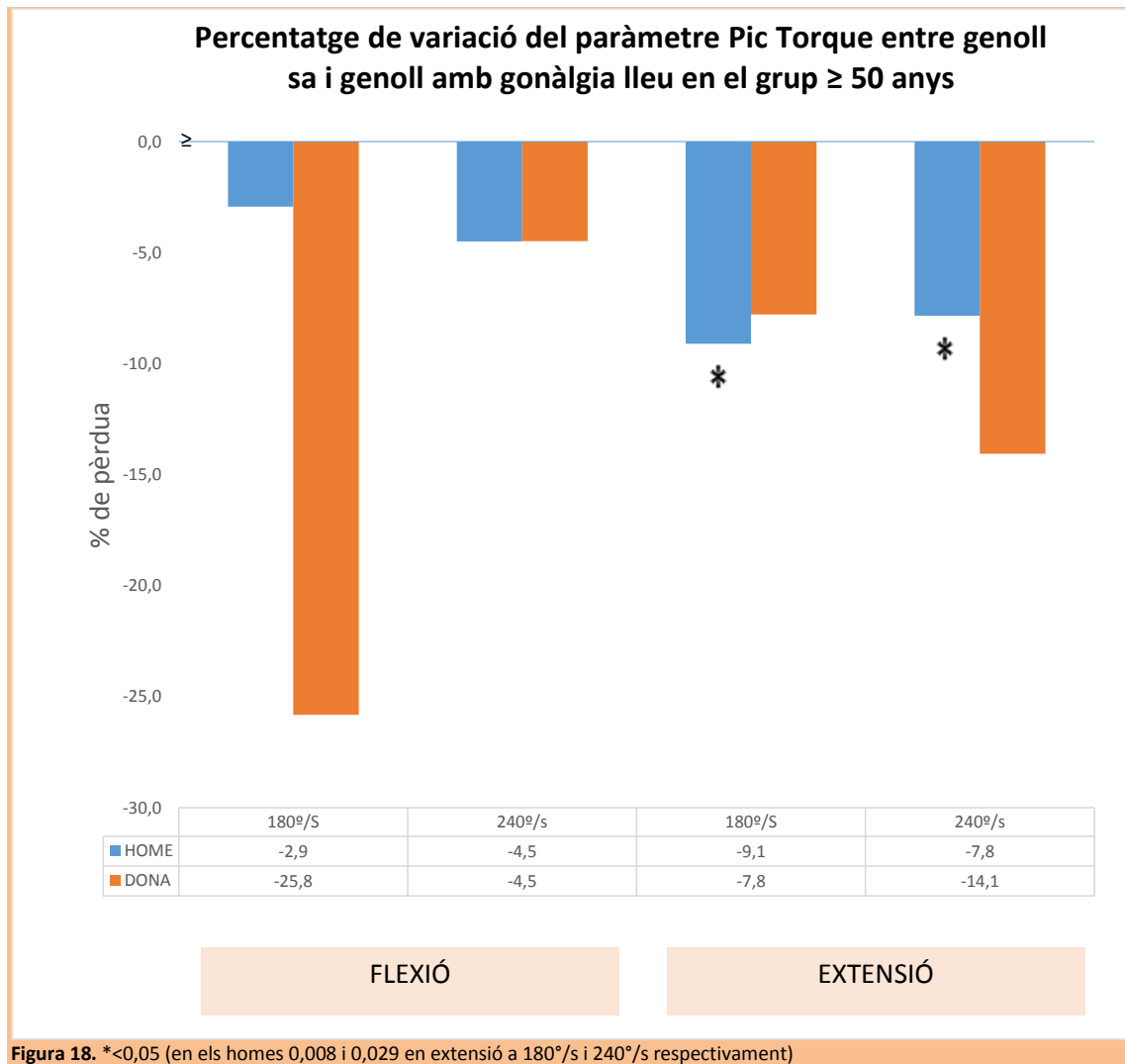
95%(LS:límit superior,LI: límit inferior) per les variables amb distribució normal. ^o Els valors no normals s'expressen amb valors de mediana. p: significació per T d'Student per mostres aparellades; ^B: test de Wilcoxon

Resultats



En la figura 17, es mostra el percentatge de pèrdua de la variable isocinètica de pic torque en una població menor de cinquanta anys on s'observa que hi ha significació únicament en el moviment d'extensió en homes i dones a 180°/s i en homes a 240°/s. La reducció del pic torque del genoll amb gonàlgia lleu, del 10% sols és dada clínicament rellevant en els homes menors de cinquanta anys en extensió a 180°/s.

Resultats



En la figura 18, es mostra el percentatge de pèrdua de la variable isocinètica de pic torque en una població més gran de cinquanta anys on s'observa que hi ha significació únicament en el moviment d'extensió en homes a 180°/s i a 240°/s. Es pot dir que no són dades clínicament rellevants, ja que el percentatge de pèrdua no supera el 10%.

2.2.2. Potència

Per a la variable de potència es poden observar els diversos valors a la taula 19. En els homes, en els dos grups d'edat, hi ha disminució en els moviments d'extensió a les velocitats de 180°/s i 240°/s. En el grup de les dones es troben disminucions en les menors de cinquanta anys tant en el moviment d'extensió com en el de flexió a 180°/s i a 240°/s ($p < 0,001$, respectivament).

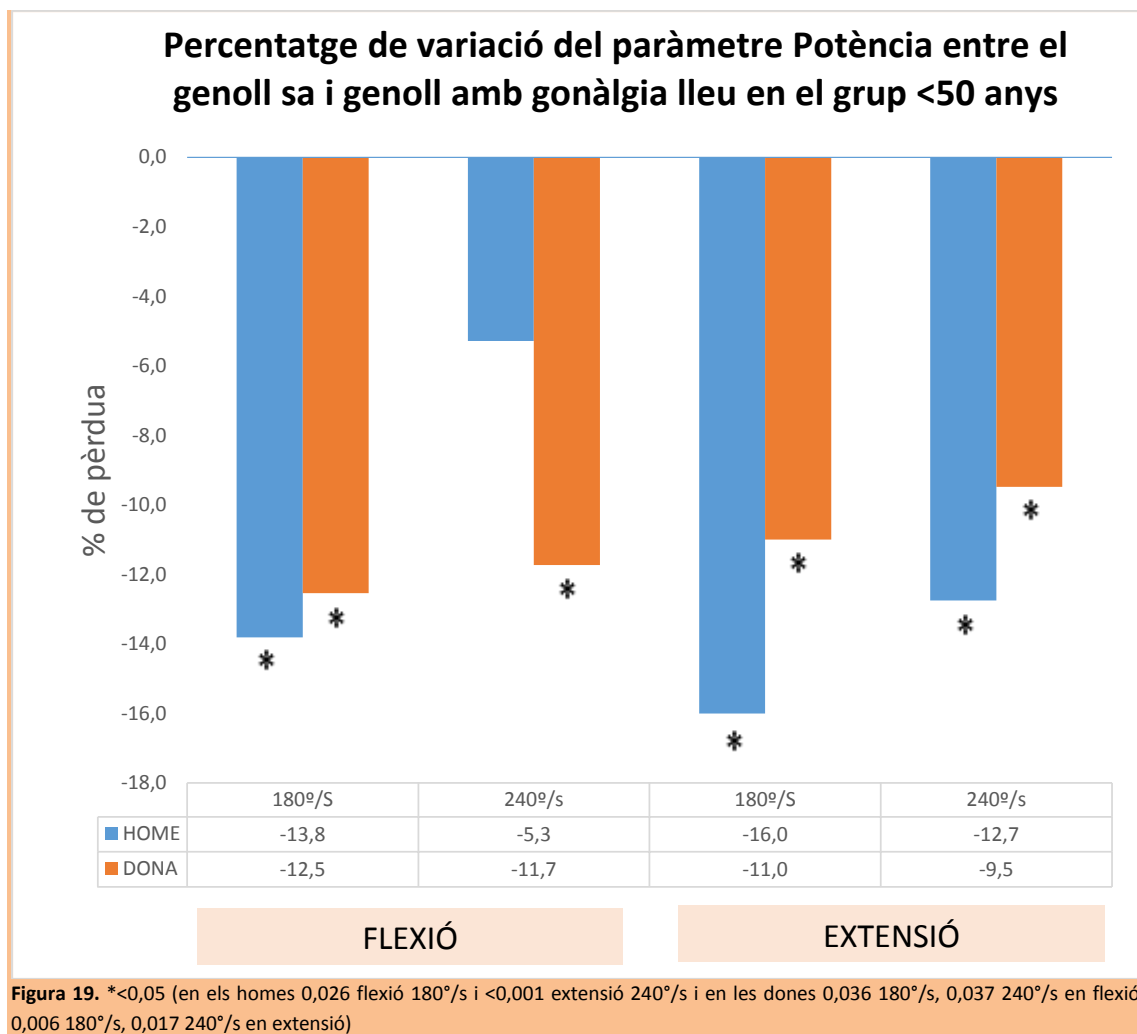
Resultats

Taula 19. Valors de la variable isocinètica de Potència en una població amb gonàlgia lleu. Resultats del genoll sa i el genoll amb gonàlgia lleu, classificat per sexe i rang d'edat

		GENOLL SA				GENOLL AMB GONÀLGIA LLEU			P
		MITJANA ± DE	IC		MITJANA ± DE	IC			
			LS	LI		LS	LI		
HOMES									
Població <50a n=21									
180º / S	FLEXIÓ	321,37 ± 138,70	384,50	258,23	276,98 ± 149,82	345,18	208,79	0,026	
	EXTENSIÓ	660,84 ± 216,55	759,41	562,27	555,09 ± 232,34	660,85	449,33	<0,001	
240º / S	FLEXIÓ	299,24 ± 148,08	366,64	231,83	283,44 ± 145,11	349,49	217,39	0,378	
	EXTENSIÓ	613,94 ± 209,36	709,24	518,64	535,68 ± 210,08	631,31	440,05	0,004	
Població ≥50a n=10									
180º / S	FLEXIÓ	241,75 ± 127,91	333,25	150,25	233,21 ± 146,68	338,14	128,28	0,486	
	EXTENSIÓ	475,91 ± 191,98	613,24	338,58	415,13 ± 201,13	559,01	271,25	0,011	
240º / S	FLEXIÓ	244,69 ± 139,92	344,78	144,60	240,24 ± 145,71	344,47	136,01	0,730	
	EXTENSIÓ	457,57 ± 207,18	605,78	309,36	412,93 ± 196,93	553,81	272,05	0,005	
DONES									
Població <50a n=34									
180º / S	FLEXIÓ	139,32 ± 75,90	165,80	112,83	121,85 ± 75,61	148,23	95,47	0,036	
	EXTENSIÓ	314,50 ± 122,29	357,17	271,83	279,92 ± 122,47	322,65	237,19	0,006	
240º / S	FLEXIÓ	126,35 ± 74,43	152,32	100,38	111,52 ± 69,57	135,80	87,25	0,037	
	EXTENSIÓ	287,15 ^a	320,92	245,75	259,92 ± 110,64	298,53	221,32	0,017 ^b	
Població ≥50a n=17									
180º / S	FLEXIÓ	119,29 ± 67,01	153,74	84,84	104,07 ± 61,14	135,50	72,63	0,241	
	EXTENSIÓ	270,01 ± 95,69	319,20	220,81	250,72 ± 88,34	296,14	205,30	0,248	
240º / S	FLEXIÓ	108,45 ± 70,80	144,85	72,05	97,37 ± 65,82	131,21	63,53	0,329	
	EXTENSIÓ	252,84 ± 96,37	302,39	203,29	232,85 ± 99,81	284,16	181,53	0,246	

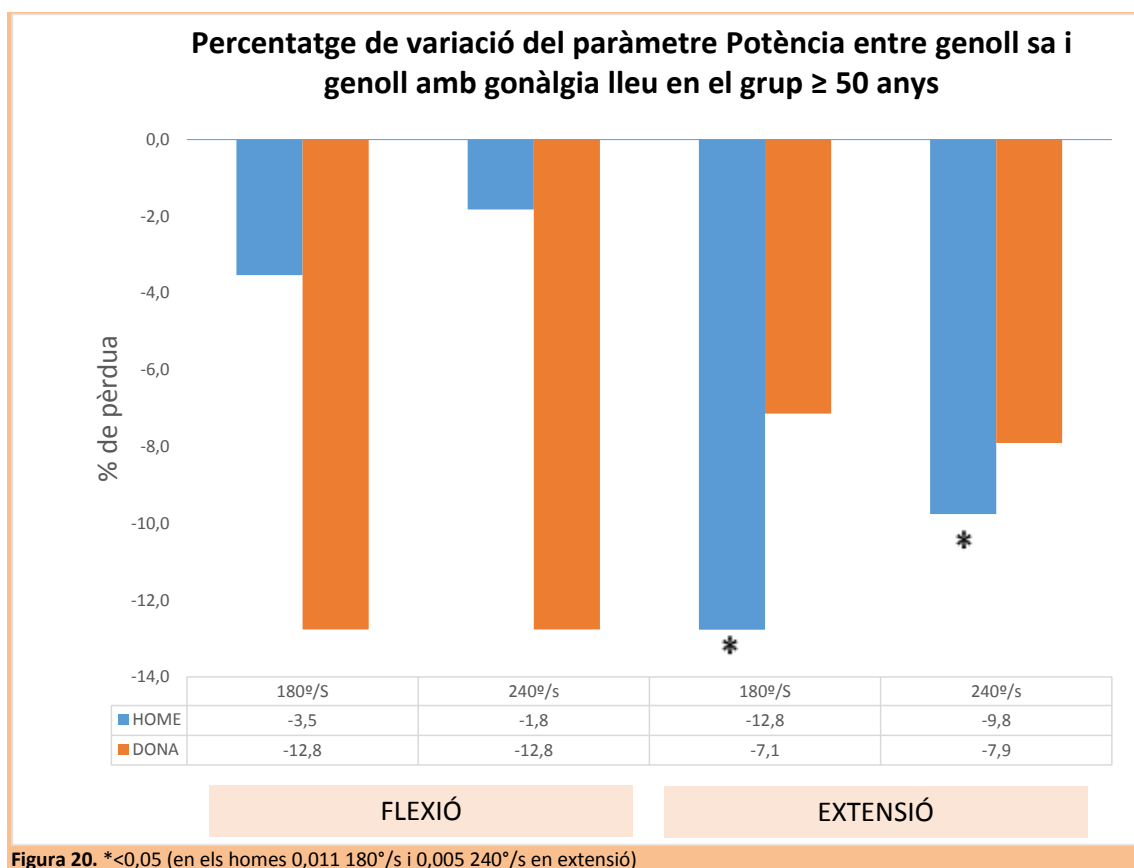
Potència= Watts. Els resultats s'expressen en mitjana ± desviació estàndard i interval de confiança del 95%(LS:límit superior,LI: límit inferior) per les variables amb distribució normal. ^a Els valors no normals s'expressen amb valors de mediana. p: significació per T d'Student per mostres aparellades; ^b: test de Wilcoxon

Resultats



En la figura 19, es pot veure que en la variable potència en els homes i les dones menors de cinquanta anys en flexió i extensió a $180^\circ/\text{s}$ hi ha un percentatge significatiu de pèrdua superior al 10% que indiquen valors clínicament rellevants.

Resultats



En la figura 20, es mostren valors dels paràmetre isocinètic de potència en una població més gran de cinquanta anys o igual, en què únicament hi ha pèrdua significativa en homes en el moviment d'extensió a les velocitats de $180^\circ/\text{s}$ i $240^\circ/\text{s}$, i és rellevant només a $180^\circ/\text{s}$.

2.2.3. Treball total

Per a la variable de treball total es poden observar els diversos valors a la taula 20. Es pot comprovar que en la població dels homes, en els menors de cinquanta anys hi ha disminució significativa en els moviments de flexió i d'extensió a les velocitats de $180^\circ/\text{s}$ i extensió a $240^\circ/\text{s}$ mentre que en els més grans de cinquanta anys la reducció és en el moviment d'extensió a $180^\circ/\text{s}$ i $240^\circ/\text{s}$ ($p < 0,001$ respectivament).

En les dones, en les menors de cinquanta anys existeixen disminucions, tant en el moviment de flexió com d'extensió a $180^\circ/\text{s}$ i a $240^\circ/\text{s}$, i en les dones més grans de cinquanta anys es troba reducció en el moviment d'extensió a $180^\circ/\text{s}$ ($p = 0,001$ respectivament).

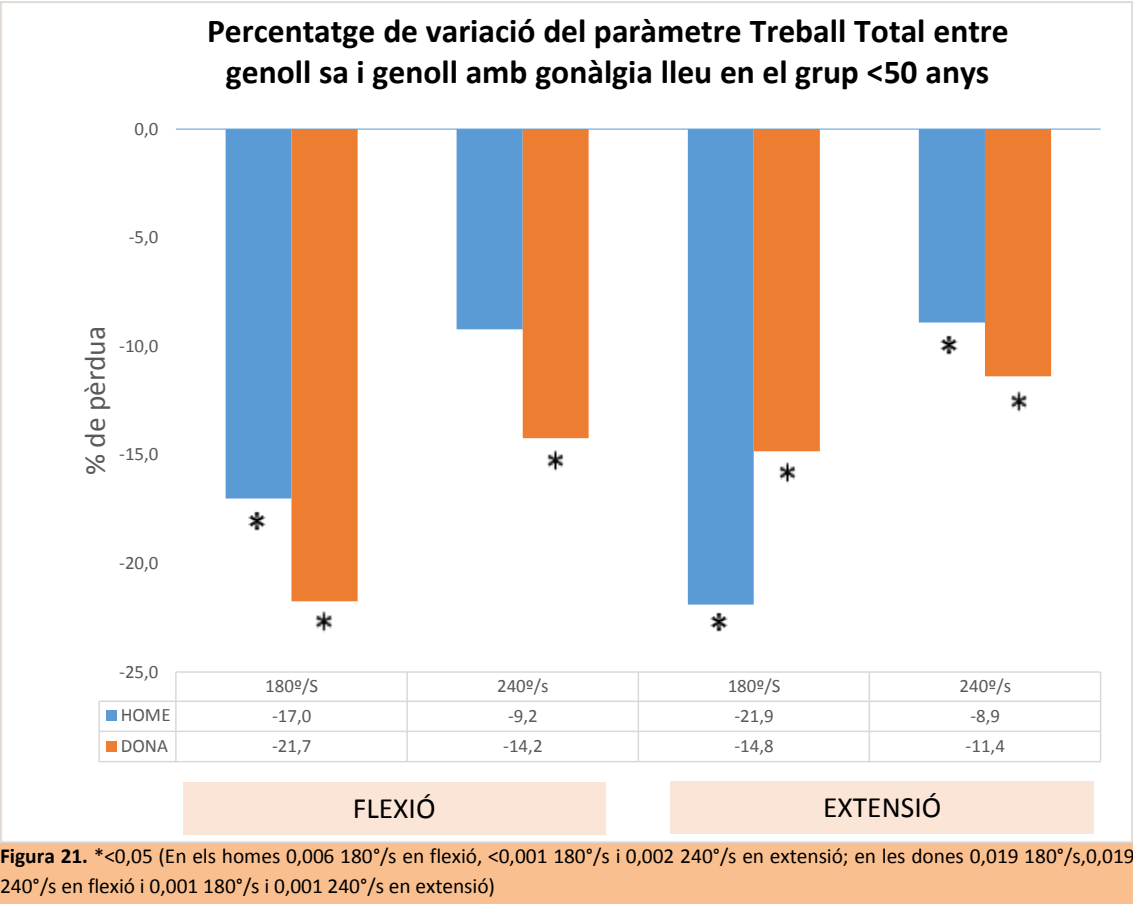
Cal destacar que en els homes i dones menors de cinquanta anys disminueix el treball total en flexió i extensió, mentre que en els homes i dones més grans de cinquanta anys el treball total sols disminueix en extensió.

Resultats

Taula 20. Valors de la variable isocinètica de Treball Total en una població amb gonàlgia lleu. Resultats del genoll sa i el genoll amb gonàlgia lleu, classificat per sexe i rang d'edat

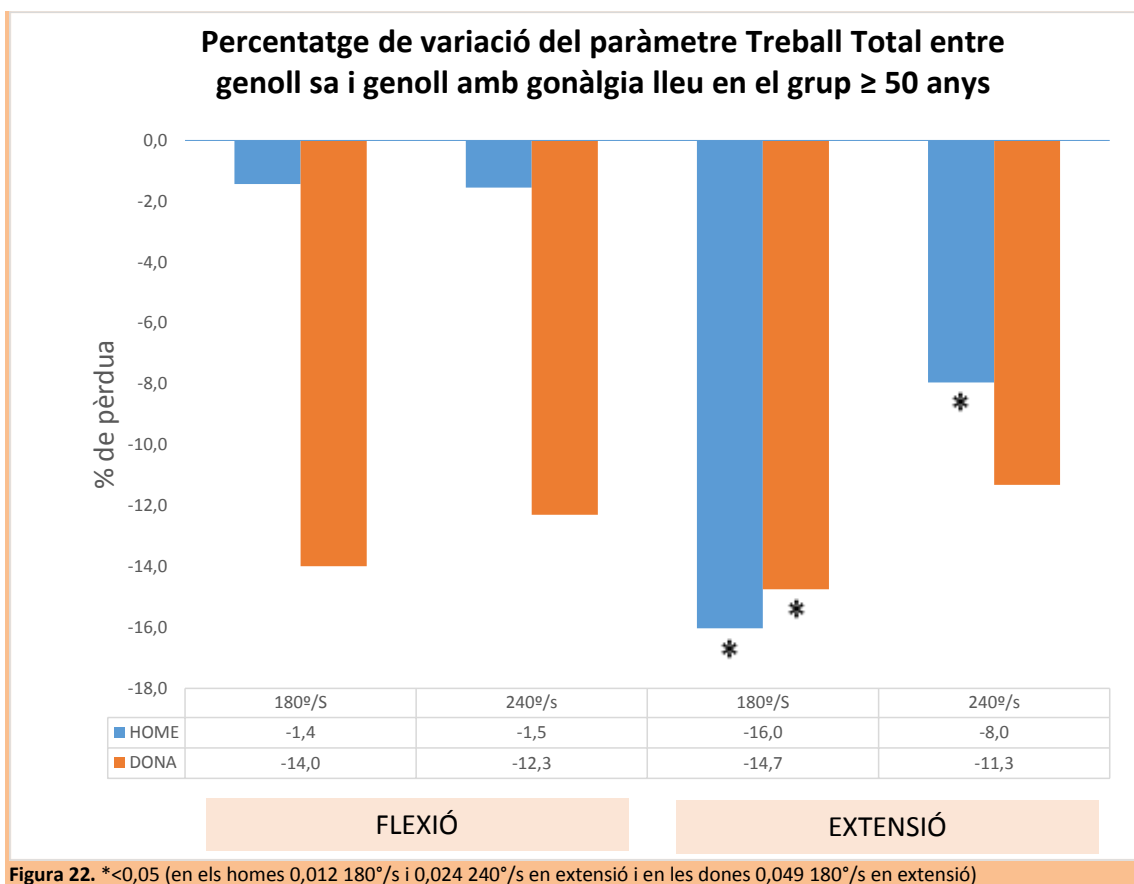
		GENOLL SÀ				GENOLL AFECTAT				P
		MITJANA ± DE		IC		MITJANA ± DE		IC		
				LS	LI			LS	LI	
		HOMES								
Població <50a n=21										
180º / S	FLEXIÓ	103,22 ± 45,92	124,12	82,32	85,67 ± 48,76	107,87	63,47	0,006		
	EXTENSIÓ	214,65 ± 73,27	248,00	181,30	167,66 ± 74,29	201,48	133,84	<0,001		
240º / S	FLEXIÓ	113,06 ± 58,45	139,67	86,45	102,64 ± 55,80	128,04	77,24	0,123		
	EXTENSIÓ	236,57 ± 83,46	274,56	198,58	215,50 ^o	234,97	162,49	0,002 ^B		
Població ≥50a n=10										
180º / S	FLEXIÓ	72,56 ± 45,29	104,96	40,16	71,52 ± 53,51	109,80	33,24	0,812		
	EXTENSIÓ	148,66 ± 66,62	196,32	101,00	124,84 ± 72,43	176,65	73,03	0,012		
240º / S	FLEXIÓ	86,54 ± 54,66	125,64	47,44	85,20 ± 60,87	128,75	41,66	0,803		
	EXTENSIÓ	169,18 ± 83,98	229,25	109,11	155,73 ± 85,14	216,64	94,82	0,024		
DONES										
Població <50a n=34										
180º / S	FLEXIÓ	46,80 ^o	52,25	34,48	36,62 ± 24,94	45,33	27,92	0,019 ^B		
	EXTENSIÓ	100,54 ± 44,22	115,97	85,11	85,62 ± 42,02	100,29	70,96	0,001		
240º / S	FLEXIÓ	46,34 ± 30,66	57,04	35,65	39,75 ± 28,61	49,73	29,77	0,019		
	EXTENSIÓ	109,15 ± 49,19	126,31	91,99	96,73 ± 47,88	113,44	80,02	0,001		
Població ≥50a n=17										
180º / S	FLEXIÓ	36,00 ± 21,61	47,11	24,89	30,97 ± 20,70	41,61	20,32	0,265		
	EXTENSIÓ	83,06 ± 31,67	99,34	66,77	70,81 ± 31,12	86,81	54,81	0,049		
240º / S	FLEXIÓ	39,09 ± 27,61	53,29	24,90	34,29 ± 25,59	47,45	21,13	0,267		
	EXTENSIÓ	94,35 ± 42,70	116,31	72,40	83,68 ± 41,55	105,04	62,31	0,139		

Treball Total= Joules. Els resultats s'expressen en mitjana ± desviació estàndard i interval de confiança del 95%(LS:límit superior,LI: límit inferior) per les variables amb distribució normal. ^a Els valors no normals s'expressen amb valors de mediana. p: significació per T d'Student per mostres aparellades; ^ß: test de Wilcoxon



Resultats

En la figura 21, es pot observar que el treball total tant en els homes com en les dones menors de cinquanta anys, existeix disminució significativa pràcticament en tots els valors, tant en el moviment de flexió com el d'extensió. No obstant, són dades clínicament rellevants els valors dels homes i les dones en flexió i extensió a 180°/s i en dones també a 240°/s.



En la figura 22, la variable treball total en els més gran de cinquanta anys o igual mostra valors del percentatge de pèrdua només en el moviment d'extensió en homes i dones a 180°/s i en homes a 240°/s. Aquestes tres dades significatives són clínicament rellevants, ja que superen el 10% de pèrdua.

2.3. Paràmetres isocinètics de pic torque, potència i treball total classificat per sexe i categories de l'índex de massa corporal

Es mostren els diversos resultats de les variables isocinètiques de pic torque, potència i treball total amb la població dividida per sexe i per categories de l'índex de massa corporal (normopès, sobrepès i obesitat).

2.3.1. Pic torque

Per a la variable de pic torque es poden observar els diversos valors a la taula 21. Es pot comprovar que en els homes hi ha disminució en el grup de sobrepès en els moviments d'extensió a 180°/s i 240°/s i en el grup d'obesitat en el moviment d'extensió a 180°/s i en flexió a 240°/s ($p=0,008$ respectivament).

Resultats

En les dones hi ha disminució en el grup de normopès i obesitat en el moviment d'extensió a la velocitat de 180°/s ($p=0,023$ respectivament).

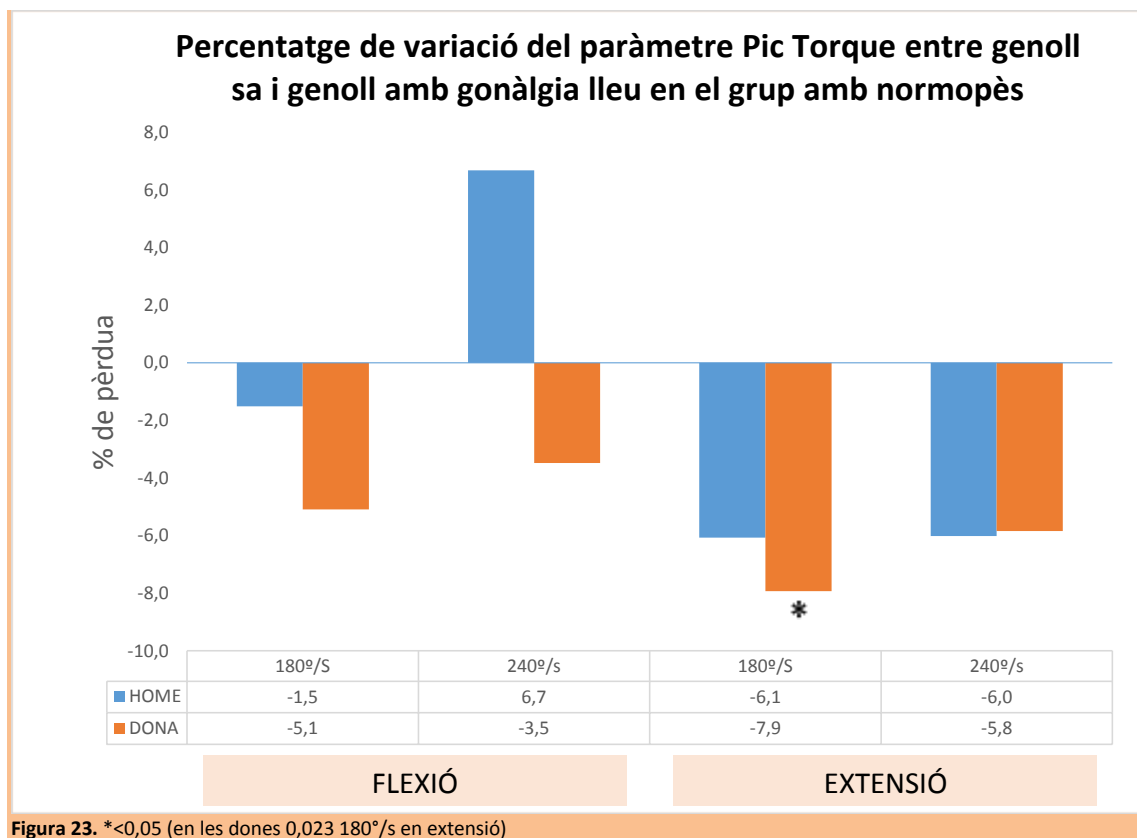
Per tant, els homes i les dones es comporten diferent segons les categories de l'índex de massa corporal.

Taula 21 . Valors de la variable isocinètica de Pic Torque en una població amb gonàlgia lleu. Resultats del genoll sa i el genoll amb gonàlgia lleu, classificat per sexe i Índex de Massa Corporal

		GENOLL SA				GENOLL AMB GONÀLGIA LLEU			P
		MITJANA ± DE	IC		MITJANA ± DE	IC			
			LS	LI		LS	LI		
HOMES									
Normopès ≤ 25 n=12									
180º / s	FLEXIÓ	58,82 ± 20,37	71,76	45,87	57,93 ± 23,74	73,01	42,84	0,730	
	EXTENSIÓ	123,88 ± 41,12	150,01	97,76	116,36 ± 38,15	140,60	92,12	0,065	
240º / s	FLEXIÓ	58,03 ± 20,96	71,35	44,72	61,91 ± 25,56	78,15	45,67	0,443	
	EXTENSIÓ	111,24 ± 38,68	135,82	86,66	104,55 ± 34,35	126,37	82,73	0,104	
Sobrepès 25- ≤ 30 n=12									
180º / s	FLEXIÓ	58,78 ± 20,62	71,87	45,68	55,93 ± 23,13	70,62	41,23	0,355	
	EXTENSIÓ	123,55 ^a	140,86	90,98	102,30 ± 42,89	129,55	75,05	0,008 ^b	
240º / s	FLEXIÓ	57,33 ± 19,77	69,89	44,76	58,41 ± 17,887	69,77	47,04	0,698	
	EXTENSIÓ	100,43 ± 33,03	121,42	79,45	92,54 ± 34,92	114,73	70,36	0,009	
Obesitat >30a n=7									
180º / s	FLEXIÓ	52,87 ± 23,71	74,80	30,94	44,89 ± 21,26	64,55	25,23	0,072	
	EXTENSIÓ	103,41 ± 43,24	143,40	63,42	90,19 ± 44,81	131,63	48,75	0,012	
240º / s	FLEXIÓ	55,89 ± 26,72	80,60	31,18	42,93 ± 20,50	61,89	23,97	0,021	
	EXTENSIÓ	89,01 ± 32,66	119,22	58,81	82,24 ± 33,42	113,16	51,33	0,201	
DONES									
Normopès ≤ 25 n=29									
180º / s	FLEXIÓ	33,98 ± 13,74	39,20	28,75	32,25 ± 12,12	36,86	27,64	0,346	
	EXTENSIÓ	64,40 ± 22,01	72,77	56,02	59,29 ± 19,78	66,82	51,77	0,023	
240º / s	FLEXIÓ	33,58 ± 14,04	38,93	28,24	32,41 ± 13,23	37,45	27,38	0,472	
	EXTENSIÓ	57,21 ± 18,45	64,23	50,20	53,87 ± 17,40	60,49	47,25	0,052	
Sobrepès 25- ≤ 30 n=16									
180º / s	FLEXIÓ	26,76 ± 10,15	32,17	21,36	29,55 ^a	31,55	19,35	0,535 ^b	
	EXTENSIÓ	54,39 ± 17,39	63,66	45,12	51,48 ± 19,06	61,64	41,33	0,290	
240º / s	FLEXIÓ	26,36 ± 8,50	30,89	21,83	26,21 ± 11,05	32,10	20,32	0,941	
	EXTENSIÓ	48,81 ± 13,60	56,05	41,56	47,59 ± 15,78	56,00	39,18	0,637	
Obesitat >30a n=6									
180º / s	FLEXIÓ	27,10 ± 5,67	33,05	21,15	24,13 ± 3,40	27,70	20,56	0,186	
	EXTENSIÓ	54,28 ± 7,21	61,85	46,71	47,02 ± 11,80	59,40	34,64	0,040	
240º / s	FLEXIÓ	26,98 ± 6,59	33,90	20,07	22,52 ± 8,10	31,02	14,02	0,148	
	EXTENSIÓ	49,53 ± 6,15	55,99	43,08	45,53 ± 10,40	56,45	34,61	0,236	

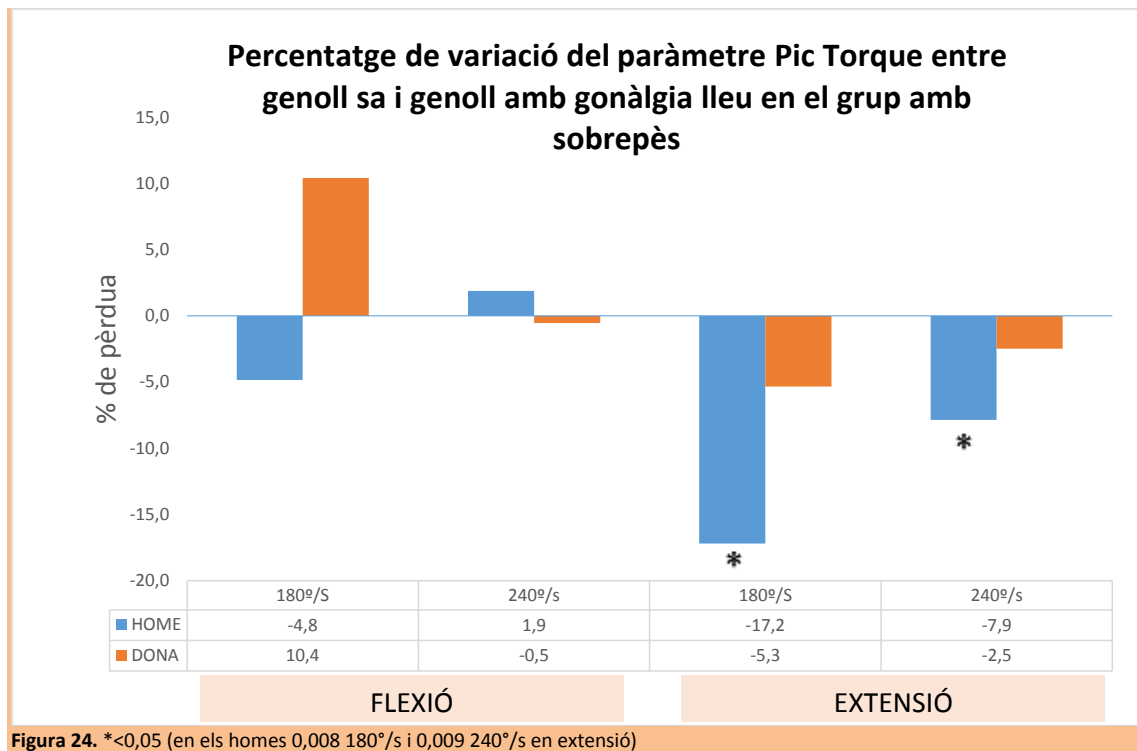
Pico Torque= N-m. Els resultats s'expressen en mitjana ± desviació estàndard i interval de confiança del 95%(LS:límit superior,LI: límit inferior) per les variables amb distribució normal. ^a Els valors no normals s'expressen amb valors de mediana. p: significació per T d'Student per mostres aparellades; ^b: test de Wilcoxon

Resultats



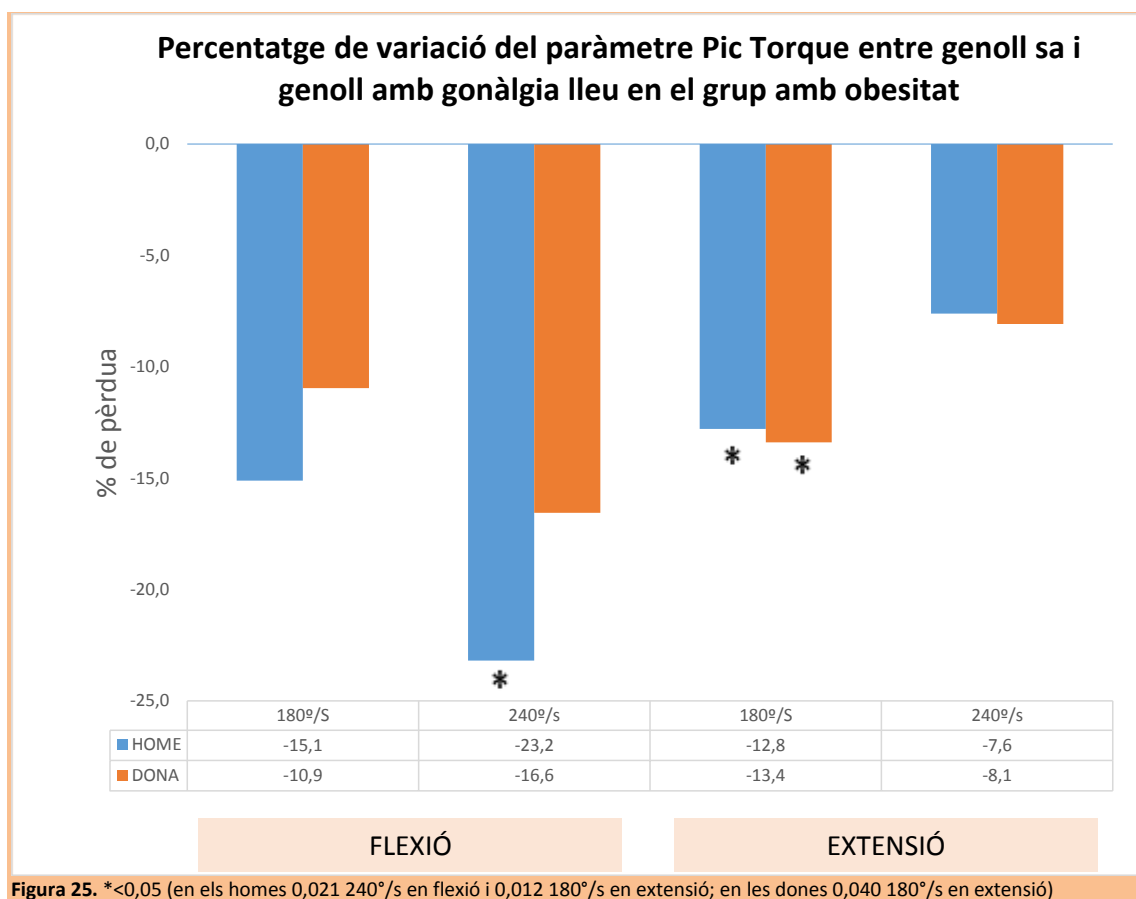
En la figura 23, es mostren valors de la variable isocinètica de pic torque en el grup de normopès. Únicament existeix disminució significativa en les dones en el moviment d'extensió a la velocitat de $180^\circ/\text{s}$, però no és una dada clínicament rellevant, ja que hi ha menys d'un 10% de pèrdua.

Resultats



En la figura 24, es mostren valors de la variable de pic torque en el grup amb sobrepès en què únicament existeix disminució significativa en homes en el moviment d'extensió, a les velocitats de $180^\circ/\text{s}$ i $240^\circ/\text{s}$. La reducció del pic torque en extensió a $180^\circ/\text{s}$ és l'única dada clínicament rellevant, ja que té més d'un 10% de pèrdua.

Resultats



En la figura 25, es poden veure els valors de la variable de pic torque en el grup amb obesitat, i existeix disminució significativa en homes en el moviment de flexió a $240^\circ/s$ i en homes i dones en extensió a $180^\circ/s$. Totes les dades són clínicament rellevants.

2.3.2. Potència

Pel que fa a la variable potència, es poden observar els diversos valors a la taula 22. En els homes hi ha disminució significativa en el grup de normopès en extensió a $180^\circ/s$ i $240^\circ/s$ i en el grup de sobrepès i obesitat en extensió a $180^\circ/s$ ($p=0,009$ respectivament).

En les dones la potència mostra reduccions significatives en el grup de normopès en flexió i extensió a $240^\circ/s$ i també en el grup d'obesitat en extensió a $180^\circ/s$ ($p=0,028$ respectivament). En aquest cas, en el grup de les dones amb sobrepès no es troben diferències.

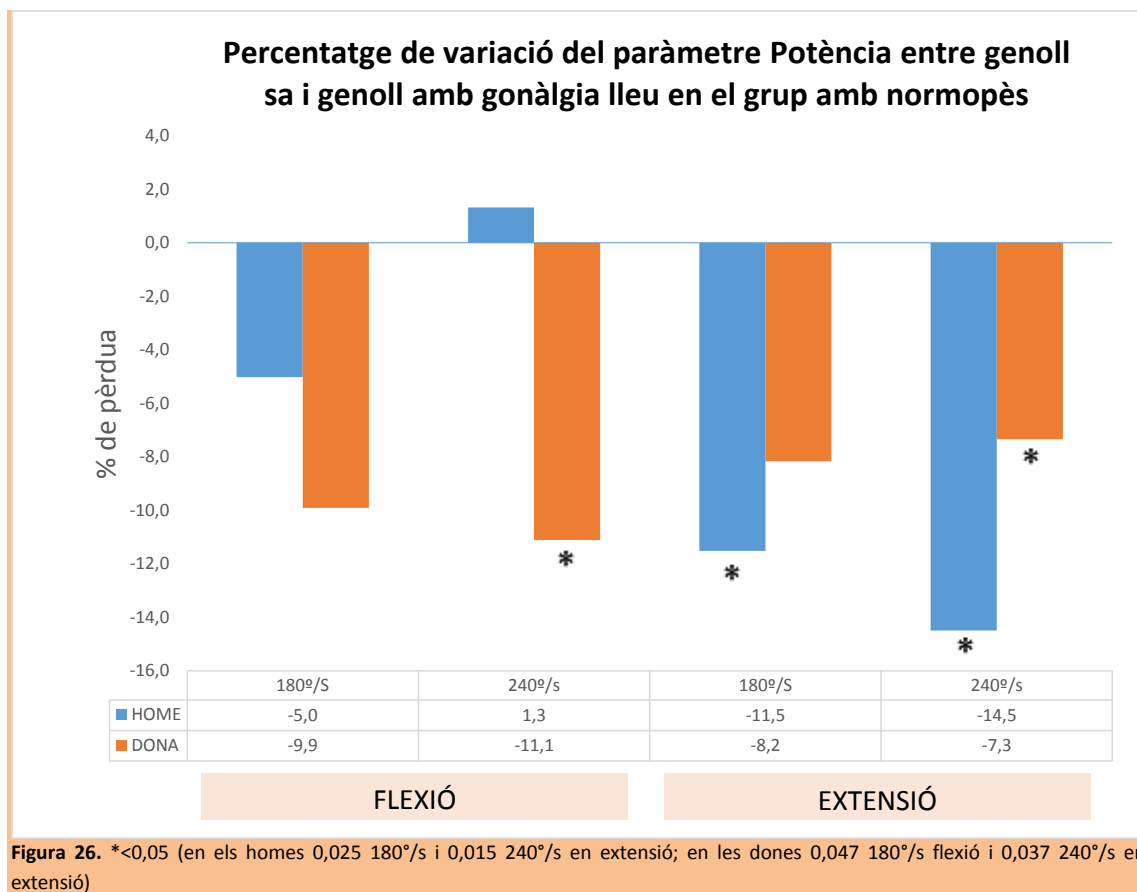
Resultats

Taula 22. Valors de la variable isocinètica de Potència en una població amb gonàlgia lleu. Resultats del genoll sa i el genoll amb gonàlgia lleu, classificat per sexe i índex de massa corporal

		GENOLL SA			GENOLL AMB GONÀLGIA LLEU			P	
		MITJANA ± DE	IC		MITJANA ± DE	IC			
			LS	LI		LS	LI		
HOMES									
Normopès ≤ 25 n=12									
180º / S	FLEXIÓ	313,33 ± 154,88	411,74	214,93	297,62 ± 152,04	394,22	201,02	0,501	
	EXTENSIÓ	655,15 ± 232,74	803,02	507,28	579,72 ± 204,19	709,45	449,98	0,025	
240º / S	FLEXIÓ	301,14 ± 162,41	404,33	197,95	305,13 ± 154,16	403,08	207,19	0,873	
	EXTENSIÓ	638,75 ± 236,65	789,11	488,39	546,16 ± 204,62	676,17	416,15	0,015	
Sobrepès 25- ≤ 30 n=12									
180º / S	FLEXIÓ	306,22 ± 137,79	393,77	218,67	272,59 ± 153,47	370,10	175,08	0,078	
	EXTENSIÓ	587,31 ± 230,19	733,57	441,05	496,88 ± 254,82	658,78	334,97	0,009	
240º / S	FLEXIÓ	288,65 ± 143,76	379,99	197,31	283,83 ± 146,66	377,01	190,64	0,737	
	EXTENSIÓ	539,57 ± 219,72	679,17	399,96	493,43 ± 232,87	641,39	345,48	0,053	
Obesitat >30a n=7									
180º / S	FLEXIÓ	247,37 ± 116,08	354,72	140,02	186,60 ± 119,59	297,20	76,00	0,121	
	EXTENSIÓ	532,47 ± 205,03	722,09	342,85	412,73 ± 214,83	611,42	214,04	0,009	
240º / S	FLEXIÓ	236,20 ± 127,67	354,28	118,12	183,87 ± 98,13	274,63	93,11	0,073	
	EXTENSIÓ	475,53 ± 159,44	622,99	328,07	414,79 ± 182,70	583,76	245,81	0,121	
DONES									
Normopès ≤ 25 n=29									
180º / S	FLEXIÓ	143,10 ± 77,12	172,43	113,77	128,91 ± 70,41	155,70	102,13	0,125	
	EXTENSIÓ	325,25 ± 129,42	374,48	276,02	298,67 ± 111,86	341,22	256,12	0,061	
240º / S	FLEXIÓ	134,30 ± 75,66	163,08	105,52	119,38 ± 72,80	147,07	91,69	0,047	
	EXTENSIÓ	296,85 ± 112,77	339,75	253,96	275,07 ± 116,23	319,28	230,85	0,037	
Sobrepès 25- ≤ 30 n=16									
180º / S	FLEXIÓ	114,68 ± 73,75	153,97	75,38	103,74 ± 77,10	144,82	62,66	0,362	
	EXTENSIÓ	268,64 ± 96,93	320,29	216,99	241,81 ± 112,70	301,86	181,75	0,114	
240º / S	FLEXIÓ	94,84 ± 68,40	131,29	58,39	88,28 ± 61,42	121,01	55,55	0,592	
	EXTENSIÓ	234,73 ± 89,81	282,58	186,87	223,28 ± 88,94	270,67	175,88	0,447	
Obesitat >30a n=6									
180º / S	FLEXIÓ	129,98 ± 44,77	176,97	83,00	85,62 ± 47,44	135,41	35,83	0,070	
	EXTENSIÓ	246,50º	300,91	216,59	208,18 ± 76,32	288,28	128,09	0,028 ^B	
240º / S	FLEXIÓ	121,23 ± 63,41	187,78	54,69	95,45 ± 55,57	153,77	37,13	0,154	
	EXTENSIÓ	261,22 ± 69,48	334,13	188,30	207,73 ± 82,97	294,80	120,67	0,062	

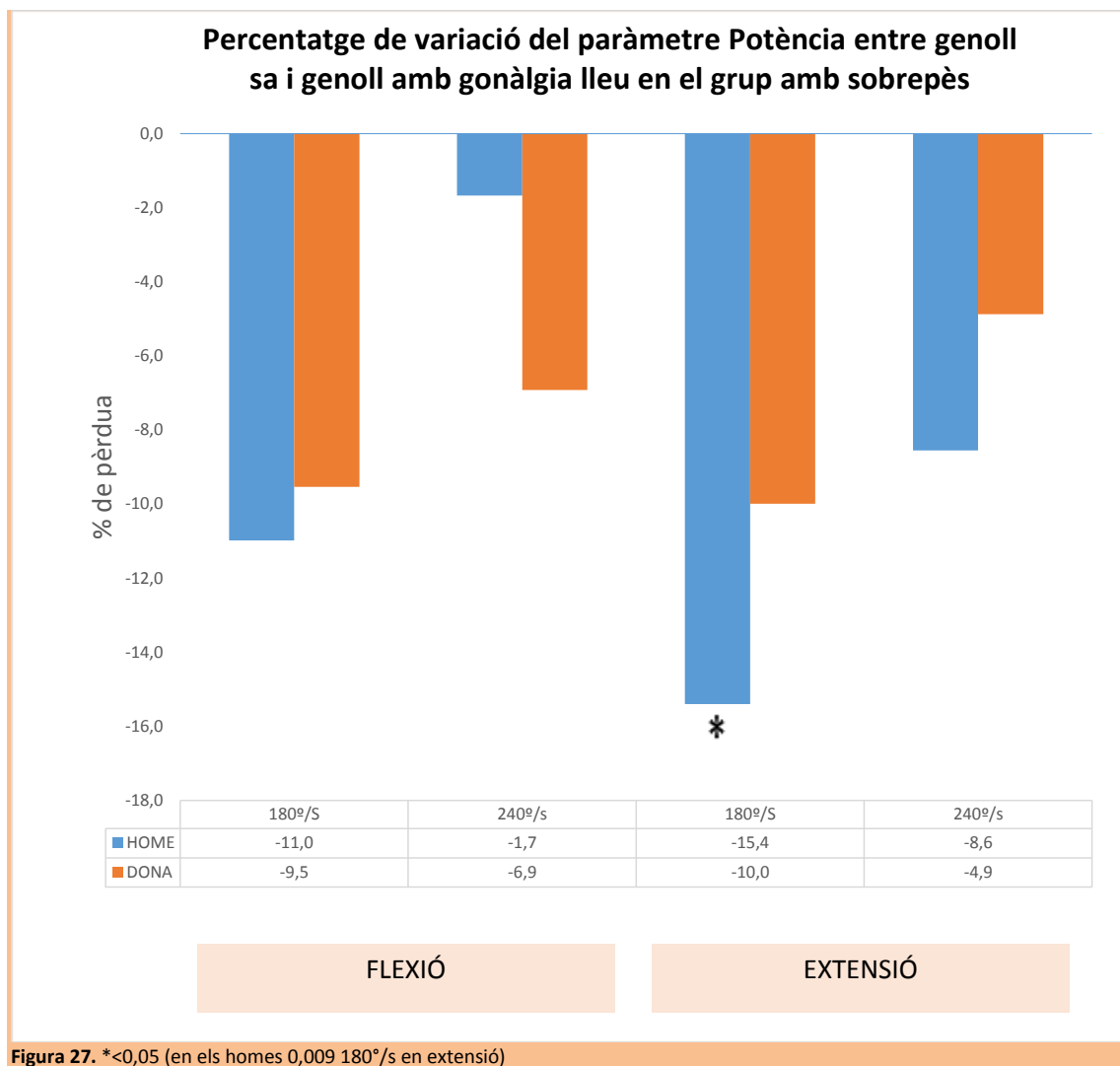
Potència=Watts. Els resultats s'expressen en mitjana ± desviació estàndard i interval de confiança del 95%(LS:límit superior,LI: límit inferior) per les variables amb distribució normal. ^o Els valors no normals s'expressen amb valors de mediana. p: significació per T d'Student per mostres aparellades; ^B: test de Wilcoxon

Resultats



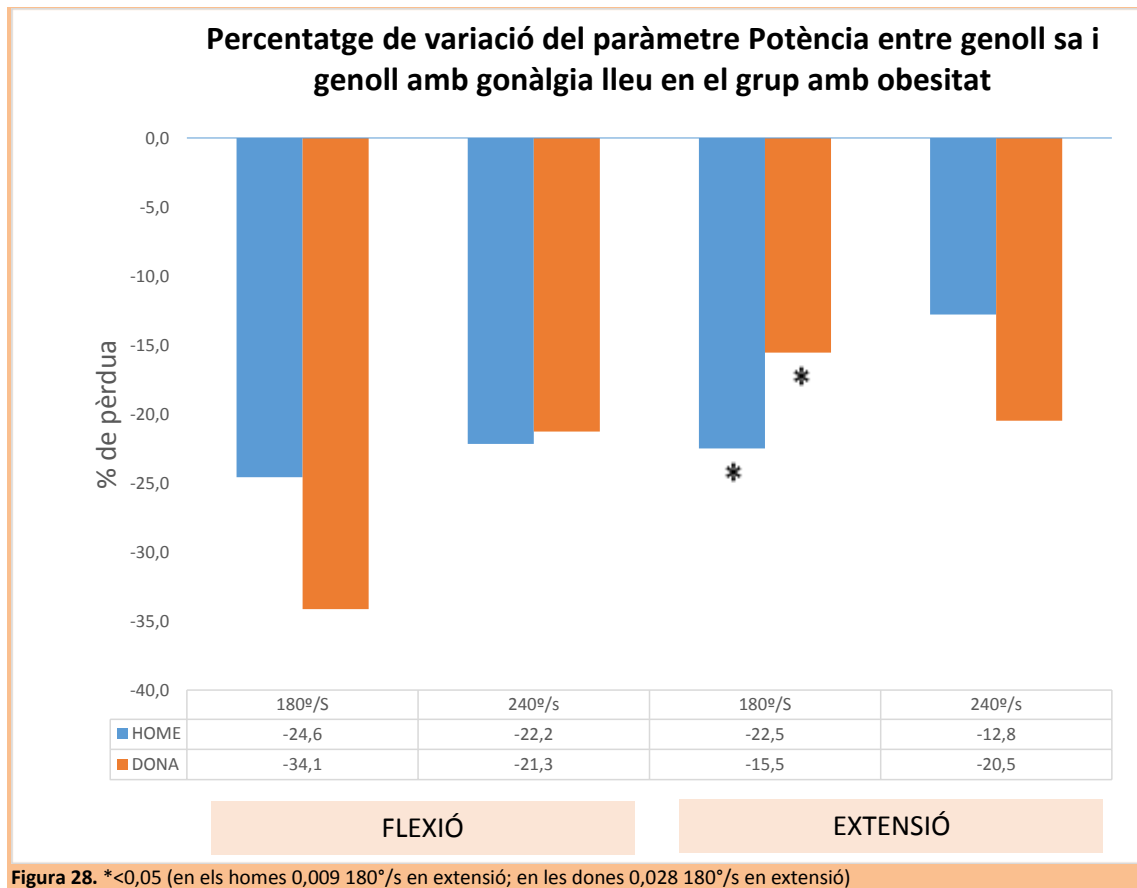
En la figura 26, es poden observar els valors de la potència en el grup amb normopès. Existeixen disminucions significatives de la potència en dones en el moviment de flexió i extensió a la velocitat de 240°/s i en homes en el moviment d'extensió tant a la velocitat de 180°/s com a 240°/s. Les dades són clínicament rellevants excepte en les dones en el moviment d'extensió a la velocitat de 240°/s.

Resultats



En la figura 27, es mostren valors de la potència en una població amb sobrepès. Únicament existeix disminució significativa en el homes en extensió a la velocitat de 180°/s i és clínicament rellevant.

Resultats



En la figura 28, es mostren valors de la potència en el grup amb obesitat. Existeixen disminucions significatives de la potència en homes i en dones en el moviment d'extensió a 180°/s i són clínicament rellevants.

2.3.3. Treball total

Pel que fa a la variable de treball total, es poden observar els diversos valors a la taula 23. En els homes, hi ha disminució significativa en el grup de normopès i obesitat en extensió a les dues velocitats i en el grup de sobrepès en extensió a 180°/s ($p=0,003$ respectivament).

En les dones, hi ha disminució del treball total en el grup de normopès en extensió a 180°/s i en extensió i flexió a 240°/s, també hi ha disminucions en el grup d'obesitat en extensió a 180°/s ($p=0,004$ respectivament).

Resultats

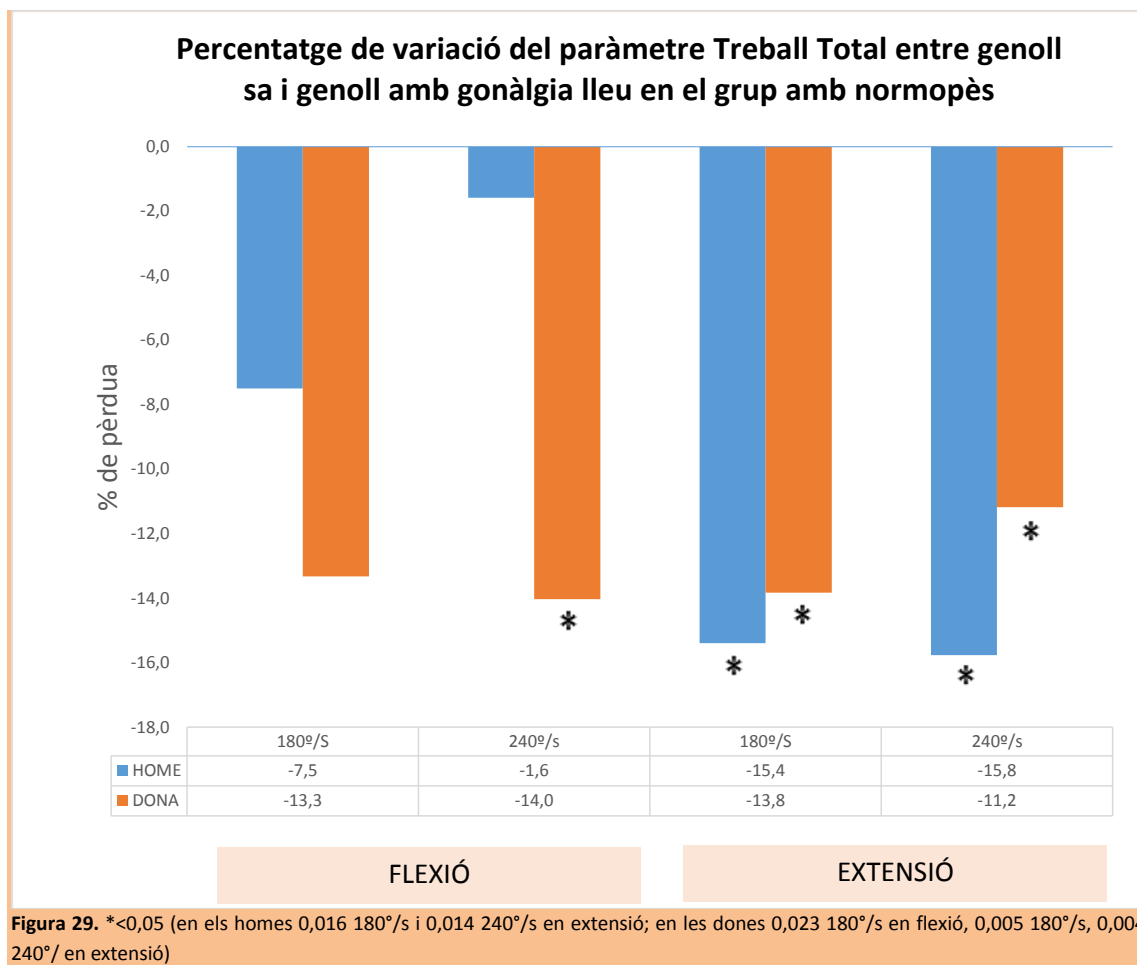
Taula 23. Valors de la variable isocinètica de Treball Total en una població amb gonàlgia lleu. Resultats del genoll sa i el genoll amb gonàlgia lleu, classificat per sexe i índex de massa corporal

		GENOLL SA				GENOLL AMB GONÀLGIA LLEU			P
		MITJANA ± DE	IC		MITJANA ± DE	IC			
			LS	LI		LS	LI		
HOMES									
Normopès 25≤ n=12									
180º / S	FLEXIÓ	98,58 ± 51,10	131,04	66,11	91,18 ± 47,43	121,32	61,05	0,334	
	EXTENSIÓ	209,11 ± 79,07	259,34	158,87	176,92 ± 64,01	217,59	136,25	0,016	
240º / S	FLEXIÓ	111,11 ± 64,49	152,08	70,14	109,35 ± 59,37	147,07	71,63	0,825	
	EXTENSIÓ	239,92 ± 95,10	300,34	179,49	202,09 ± 78,92	252,24	151,95	0,014	
Sobrepès 25- ≤ 30 n=12									
180º / S	FLEXIÓ	98,93 ± 48,86	129,97	67,88	87,32 ± 54,50	121,94	52,69	0,112	
	EXTENSIÓ	194,46 ± 79,63	245,06	143,86	152,24 ± 82,71	204,80	99,69	0,003	
240º / S	FLEXIÓ	108,86 ± 57,84	145,61	72,11	105,27 ± 60,19	143,51	67,02	0,598	
	EXTENSIÓ	208,63 ± 87,91	264,49	152,78	188,57 ± 89,44	245,39	131,74	0,068	
Obesitat >30a n=7									
180º / S	FLEXIÓ	74,76 ± 38,50	110,37	39,15	53,19 ± 41,08	91,18	15,19	0,056	
	EXTENSIÓ	164,50 ± 70,07	229,30	99,70	117,04 ± 75,05	186,45	47,64	0,003	
240º / S	FLEXIÓ	85,73 ± 48,70	130,77	40,69	61,73 ± 35,84	94,87	28,58	0,058	
	EXTENSIÓ	182,46 ± 74,93	251,76	113,16	148,97 ± 76,69	219,90	78,04	0,041	
DONES									
Normopès ≤ 25 n=29									
180º / S	FLEXIÓ	45,45 ± 26,38	55,48	35,41	39,39 ± 24,40	48,67	30,11	0,056	
	EXTENSIÓ	105,50 ± 46,01	123,00	88,00	90,91 ± 40,37	106,26	75,55	0,005	
240º / S	FLEXIÓ	50,71 ± 32,16	62,94	38,47	43,59 ± 30,65	55,25	31,93	0,023	
	EXTENSIÓ	116,50 ± 51,79	136,20	96,80	103,47 ± 50,34	122,62	84,33	0,004	
Sobrepès 25- ≤ 30 n=16									
180º / S	FLEXIÓ	34,01 ± 22,44	45,97	22,06	30,23 ± 23,64	42,83	17,64	0,319	
	EXTENSIÓ	82,26 ± 32,23	99,44	65,09	56,00 ^a	89,62	50,94	0,063 ^b	
240º / S	FLEXIÓ	32,61 ± 24,28	45,55	19,67	30,04 ± 22,27	41,90	18,17	0,542	
	EXTENSIÓ	86,35 ± 38,29	106,76	65,95	79,64 ± 34,92	98,25	61,04	0,256	
Obesitat >30a n=6									
180º / S	FLEXIÓ	37,38 ± 14,35	52,45	22,32	24,27 ± 14,71	39,70	8,83	0,090	
	EXTENSIÓ	75,75 ± 15,36	91,87	59,63	59,03 ± 25,63	85,93	32,13	0,031	
240º / S	FLEXIÓ	41,35 ± 22,77	65,25	17,45	31,62 ± 19,64	52,23	11,01	0,187	
	EXTENSIÓ	92,48 ± 28,60	122,50	62,47	72,72 ± 38,74	113,37	32,06	0,117	

Treball Total=Joules. Els resultats s'expressen en mitjana ± desviació estàndard i interval de confiança del

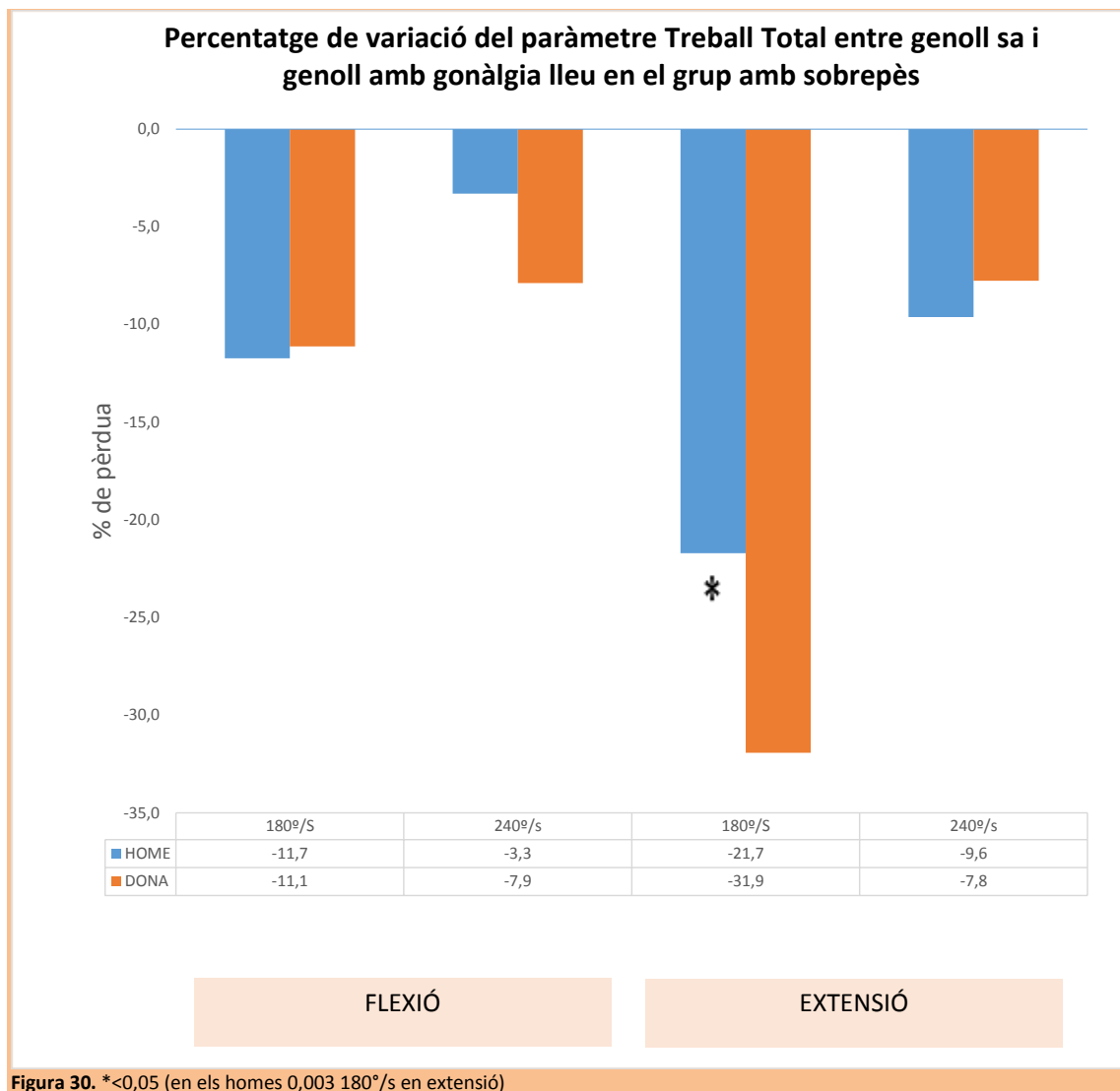
95%(LS:límit superior,LI: límit inferior) per les variables amb distribució normal. ^a Els valors no normals s'expressen amb valors de mediana. p: significació per T d'Student per mostres aparellades; ^b: test de Wilcoxon

Resultats



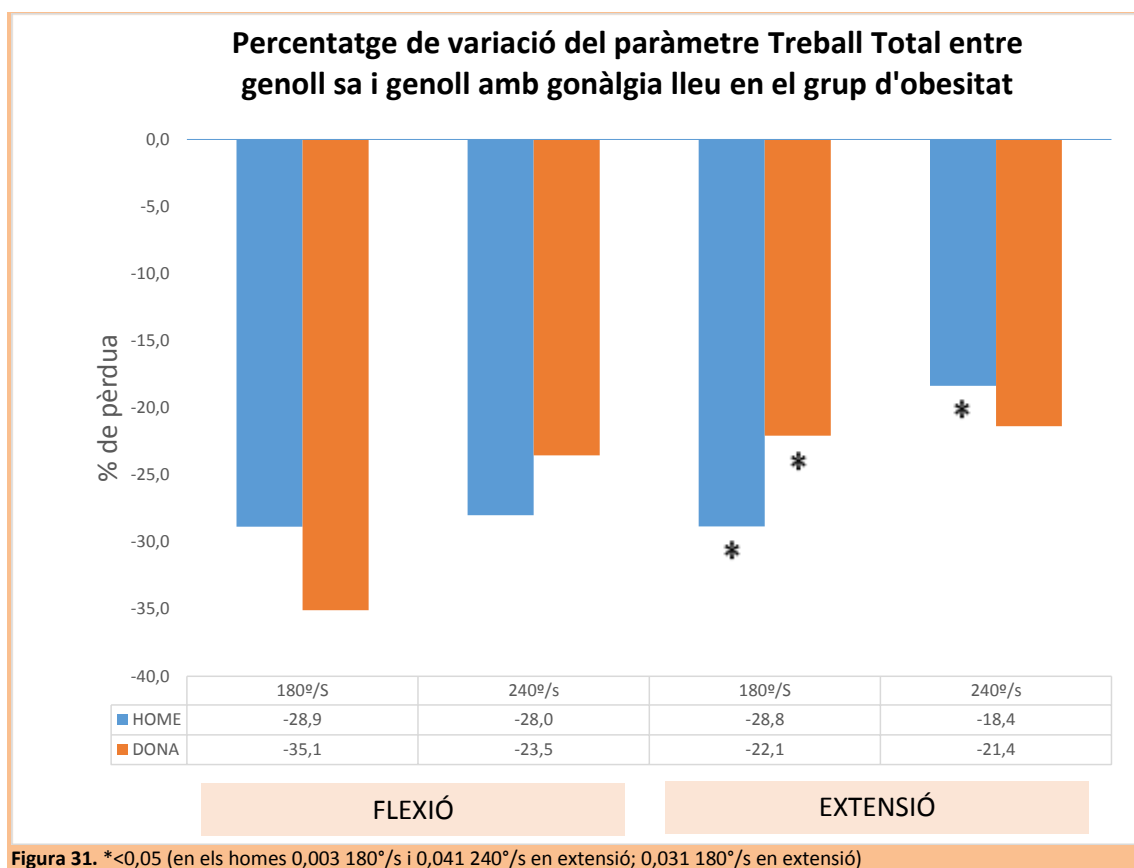
En la figura 29, es poden veure valors del treball total en el grup amb normopès. Es pot observar que existeix disminució significativa en dones amb normopès, en flexió a 240°/s i en extensió a 180°/s i a 240°/s. En homes amb normopès també hi ha disminució significativa en extensió a 180°/s i a 240°/s. Totes aquestes dades són clínicament rellevants, ja que són valors que superen el 10% de pèrdua.

Resultats



En la figura 30, es mostren els valors del treball total en població amb sobrepès. Únicament existeix disminució significativa del treball total en homes en el moviment d'extensió a la velocitat de 180°/s, i és una dada clínicament rellevant.

Resultats



En la figura 31, es poden veure valors del treball total en el grup amb obesitat. Es troben disminucions significatives en el moviment d'extensió, en els homes tant a 180°/s com 240°/s i en dones a 180°/s. Aquestes tres dades són clínicament rellevants, ja que superen el 10% de pèrdua.

2.4.Variable diferència de la força muscular entre genoll sa i genoll amb gonàlgia lleu entre sexes

La variable diferència de la pèrdua de força, en endavant variable diferència, entre el genoll sa i el genoll amb gonàlgia lleu dels homes de les variables pic torque, potència i treball total és diferent del de les dones.

2.4.1. Variable diferència segons el sexe

La taula 24 descriu la variable diferència dels homes en comparació amb les dones, i es pot observar que existeixen disminució de les tres variables de pic torque, potència i treball total en el moviment d'extensió, a 180°/s i reducció de la potència i del treball total en extensió a 240°/s ($p=0,001$ respectivament). La disminució en extensió a 180°/s són el doble en els homes que en les dones.

Resultats

Taula 24. Valors de la variable diferència en una població amb gonàlgia lleu. Resultats del genoll sa i el genoll afectat, classificat per sexe

			HOMES n=31				DONES n=51				P
			MITJANA ± DE	IC		MITJANA ± DE	IC				
				LS	LI		LS	LI			
180º / S	FLEXIÓ	PICO TORQUE	3,25 ± 9,62	6,78	-0,28	1,75 ± 8,33	4,09	-0,60	0,473		
		POTÈNCIA	32,82 ± 73,83	59,90	5,74	16,72 ± 47,86	30,18	3,26	0,284		
		TREBALL TOTAL	12,23 ± 24,09	21,06	3,39	6,17 ± 15,68	10,58	1,76	0,219		
	EXTENSIÓ	PICO TORQUE	11,17 ± 13,04	15,96	6,39	2,60º	7,65	1,69	0,011 ^u		
		POTÈNCIA	91,25 ± 94,67	125,97	56,52	29,48 ± 67,22	48,39	10,57	0,003		
		TREBALL TOTAL	39,52 ± 35,49	52,54	26,50	14,02 ± 22,86	20,45	7,60	0,001		
240º / S	FLEXIÓ	PICO TORQUE	3,00º	6,27	-4,26	1,24 ± 8,04	3,50	-1,03	0,663 ^u		
		POTÈNCIA	12,14 ± 69,24	37,53	-13,26	13,58 ± 41,28	25,19	1,97	0,917		
		TREBALL TOTAL	7,49 ± 26,23	17,11	-2,13	6,00 ± 15,97	10,49	1,51	0,776		
	EXTENSIÓ	PICO TORQUE	7,17 ± 11,04	11,22	3,12	2,75 ± 9,01	5,29	0,22	0,065		
		POTÈNCIA	47,10º	101,42	33,42	22,27 ± 55,63	37,92	6,63	0,022 ^u		
		TREBALL TOTAL	19,30º	44,03	15,91	11,84 ± 22,75	18,24	5,44	0,029 ^u		

Pico Torque= N-m, Potència= Watts, Treball Total= Joules. Els resultats s'expressen en mitjana ± desviació estàndard i interval de confiança del 95%(LS:límit superior,LI: límit inferior) per les variables amb distribució normal. ^o Els valors no normals s'expressen amb valors de mediana. p: significació per T d'Student; ^u:Test de U de Mann-Whitney

2.4.2. Variable diferència i rang d'edat

A la taula 25, en què s'analitza la variable diferència d'acord amb el rang d'edat s'observa una disminució significativa, únicament, en el grup d'edat menor de cinquanta anys a 180°/s en extensió en el pic torque, potència i treball total, i també a la velocitat de 240°/s en extensió en la potència i treball total (p=0,002, respectivament).

En el grup més gran de cinquanta anys o igual no existeix cap disminució estadísticament significativa.

Resultats

Taula 25. Valors de la variable diferència en una població amb gonàlgia lleu. Resultats del genoll sa i el genoll amb gonàlgia lleu, classificat per sexe i rang d'edat

			HOMES				DONES				P
			MITJANA ± DE		IC		MITJANA ± DE		IC		
					LS	LI			LS	LI	
Població < 50 a n= 55											
180º / s	FLEXIÓ	PICO TORQUE	4,11 ± 10,16	8,74	-0,52	1,28 ± 8,55	4,26	-1,71	0,294		
		POTÈNCIA	44,39 ± 84,37	82,79	5,98	17,46 ± 46,69	33,76	1,17	0,191		
		TREBALL TOTAL	17,55 ± 26,40	29,57	5,53	6,74 ± 14,66	11,86	1,63	0,097		
	EXTENSIÓ	PICO TORQUE	12,53 ± 14,91	19,32	5,74	4,82 ± 11,22	8,74	0,90	0,049		
		POTÈNCIA	105,75 ± 105,49	153,77	57,73	34,58 ± 68,08	58,33	10,82	0,010		
		TREBALL TOTAL	47,00 ± 38,09	64,33	29,66	14,91 ± 22,71	22,84	6,99	0,002		
240º / s	FLEXIÓ	PICO TORQUE	-0,20 ^a	7,11	-6,43	1,18 ± 8,36	4,10	-1,73	0,822 ^μ		
		POTÈNCIA	15,80 ± 80,29	52,35	-20,75	14,82 ± 39,76	28,70	0,95	0,959		
		TREBALL TOTAL	10,42 ± 29,68	23,90	-3,09	6,59 ± 15,54	12,02	1,17	0,590		
	EXTENSIÓ	PICO TORQUE	7,49 ± 12,43	13,15	1,83	2,59 ± 9,33	5,85	-0,66	0,129		
		POTÈNCIA	78,26 ± 108,92	127,84	28,68	23,41 ± 49,12	40,55	6,27	0,039		
		TREBALL TOTAL	37,84 ± 43,48	57,63	18,05	12,42 ± 19,90	19,36	5,47	0,018		
Població ≥ 50 a n=27											
180º / s	FLEXIÓ	PICO TORQUE	1,45 ± 8,58	7,59	-4,69	2,68 ± 8,05	6,82	-1,46	0,717		
		POTÈNCIA	8,54 ± 37,19	35,15	-18,07	15,22 ± 51,55	41,73	-11,28	0,700		
		TREBALL TOTAL	1,04 ± 13,44	10,66	-8,58	5,04 ± 17,97	14,27	-4,20	0,518		
	EXTENSIÓ	PICO TORQUE	8,31 ± 7,70	13,82	2,80	4,36 ± 9,56	9,28	-0,55	0,253		
		POTÈNCIA	60,78 ± 60,17	103,82	17,74	19,29 ± 66,30	53,38	-14,80	0,111		
		TREBALL TOTAL	23,82 ± 23,87	40,89	6,75	12,25 ± 23,74	24,45	0,04	0,238		
240º / s	FLEXIÓ	PICO TORQUE	3,45 ^a	12,33	-7,51	1,34 ± 7,61	5,25	-2,57	0,782 ^μ		
		POTÈNCIA	4,45 ± 39,45	32,67	-23,77	11,08 ± 45,34	34,39	-12,23	0,694		
		TREBALL TOTAL	1,34 ± 16,52	13,16	-10,48	0,60 ^a	13,66	-4,05	0,688 ^μ		
	EXTENSIÓ	PICO TORQUE	6,51 ± 7,91	12,17	0,85	3,07 ± 8,59	7,49	-1,35	0,303		
		POTÈNCIA	44,64 ± 37,75	71,65	17,63	19,99 ± 68,45	55,19	-15,20	0,239		
		TREBALL TOTAL	13,45 ± 15,73	24,70	2,20	10,68 ± 28,26	25,21	-3,85	0,746		

Pico Torque= N-m, Potència= Watts, Treball Total= Joules. Els resultats s'expressen en mitjana ± desviació estàndard i interval de confiança del 95%(LS:límit superior,LI: límit inferior) per les variables amb distribució normal. ^a Els valors no normals s'expressen amb valors de mediana. p: significació per T d'Student; ^μ:Test de U de Mann-Whitney

2.4.3. Variable diferència i categories de l'índex de massa corporal

A la taula 26, en la qual es descriu la variable diferència segons les categories de l'índex de massa corporal es pot comprovar que la pèrdua dels paràmetres isocinètics és més gran en els homes que en les dones en el grup de sobrepès en extensió a 180°/s i en el grup d'obesitat en extensió també a 180°/s en el treball total, mentre que en el grup de normopès no es troba cap diferència (p=0,024, respectivament). Per tant, existeix una disminució més important de força muscular en el grup dels homes respecte al de les dones.

Resultats

Taula 26. Valors de la variable diferència en una població amb gonàlgia lleu. Resultats del genoll sa i el genoll amb gonàlgia lleu, classificat per sexe i índex de massa corporal

			HOMES				DONES				P
			MITJANA ± DE	IC		MITJANA ± DE	IC				
				LS	LI		LS	LI			
Normopès 25≤ n=41											
180º / S	FLEXIÓ	PICO TORQUE	0,89 ± 8,73	6,44	-4,65	1,73 ± 9,73	5,43	-1,97	0,789		
		POTÈNCIA	15,72 ± 78,29	65,46	-34,03	14,19 ± 48,36	32,58	-4,21	0,951		
		TREBALL TOTAL	7,39 ± 25,33	23,49	-8,70	6,06 ± 16,37	12,28	-0,17	0,868		
	EXTENSIÓ	PICO TORQUE	7,53 ± 12,69	15,59	-0,54	5,10 ± 11,39	9,44	0,77	0,574		
		POTÈNCIA	75,43 ± 100,44	139,25	11,62	26,58 ± 73,29	54,45	-1,30	0,147		
		TREBALL TOTAL	32,19 ± 38,99	56,96	7,42	14,59 ± 25,88	24,44	4,75	0,097		
240º / S	FLEXIÓ	PICO TORQUE	-2,80º	6,84	-14,59	0,20º	4,45	-2,11	0,626 ^H		
		POTÈNCIA	-3,99 ± 84,44	49,66	-57,64	14,92 ± 38,69	29,64	0,20	0,470		
		TREBALL TOTAL	1,76 ± 26,82	18,80	-15,28	7,12 ± 15,99	13,20	1,04	0,528		
	EXTENSIÓ	PICO TORQUE	6,69 ± 13,09	15,01	-1,63	3,34 ± 8,89	6,73	-0,04	0,429		
		POTÈNCIA	92,59 ± 111,75	163,60	21,59	21,79 ± 53,59	42,17	1,40	0,056		
		TREBALL TOTAL	37,83 ± 44,82	66,30	9,35	13,03 ± 22,39	21,54	4,51	0,091		
Sobrepès 25 ≤ n= 28											
180º / S	FLEXIÓ	PICO TORQUE	2,85 ± 10,23	9,35	-3,65	1,31 ± 6,82	4,95	-2,32	0,657		
		POTÈNCIA	33,63 ± 59,98	71,73	-4,48	10,94 ± 46,55	35,74	-13,87	0,269		
		TREBALL TOTAL	11,61 ± 23,26	26,39	-3,17	3,78 ± 14,67	11,60	-4,04	0,320		
	EXTENSIÓ	PICO TORQUE	13,62 ± 15,07	23,19	4,04	2,91 ± 10,59	8,55	-2,74	0,049		
		POTÈNCIA	90,43 ± 98,70	153,15	27,72	26,84 ± 63,99	60,94	-7,26	0,068		
		TREBALL TOTAL	42,22 ± 38,03	66,38	18,05	11,98 ± 20,49	22,90	1,06	0,024		
240º / S	FLEXIÓ	PICO TORQUE	-1,08 ± 9,42	4,90	-7,07	0,14 ± 7,58	4,18	-3,90	0,715		
		POTÈNCIA	4,83 ± 48,45	35,61	-25,96	6,56 ± 47,96	32,12	-18,99	0,926		
		TREBALL TOTAL	3,59 ± 22,94	18,17	-10,98	2,57 ± 16,47	11,35	-6,21	0,897		
	EXTENSIÓ	PICO TORQUE	7,89 ± 8,68	13,40	2,38	1,21 ± 10,08	6,58	-4,16	0,072		
		POTÈNCIA	46,13 ± 73,61	92,90	-0,63	11,45 ± 58,69	42,72	-19,82	0,194		
		TREBALL TOTAL	20,07 ± 34,33	41,88	-1,75	6,71 ± 22,70	18,80	-5,39	0,257		
Obesitat >30a n= 13											
180º / S	FLEXIÓ	PICO TORQUE	7,99 ± 9,67	16,93	-0,96	2,97 ± 4,75	7,95	-2,02	0,256		
		POTÈNCIA	45,20º	143,08	-21,54	44,37 ± 47,38	94,09	-5,36	1,000 ^H		
		TREBALL TOTAL	15,70º	43,94	-0,80	13,12 ± 15,31	29,18	-2,95	0,668 ^H		
	EXTENSIÓ	PICO TORQUE	13,23 ± 9,75	22,25	4,21	7,27 ± 6,47	14,06	0,48	0,217		
		POTÈNCIA	119,74 ± 83,70	197,15	42,34	50,57 ± 47,13	100,03	1,11	0,092		
		TREBALL TOTAL	47,46 ± 25,75	71,28	23,64	16,72 ± 13,79	31,19	2,24	0,022		
240º / S	FLEXIÓ	PICO TORQUE	12,96 ± 11,10	23,226	2,69	4,47 ± 6,41	11,19	-2,26	0,117		
		POTÈNCIA	52,33 ± 63,89	111,41	-6,76	25,78 ± 37,61	65,25	-13,68	0,376		
		TREBALL TOTAL	18,80º	49,18	-1,18	9,73 ± 15,62	26,12	-6,66	0,153 ^H		
	EXTENSIÓ	PICO TORQUE	6,77 ± 12,48	18,31	-4,77	4,00 ± 7,28	11,64	-3,64	0,630		
		POTÈNCIA	60,74 ± 88,92	142,98	-21,50	53,48 ± 54,66	110,84	-3,88	0,861		
		TREBALL TOTAL	33,49 ± 34,15	65,07	1,90	19,77 ± 25,61	46,65	-7,11	0,427		

Pico Torque= N-m, Potència= Watts, Treball Total= Joules. Els resultats s'expressen en mitjana ± desviació estàndard i interval de confiança del 95%(LS:límit superior,LI: límit inferior) per les variables amb distribució normal. ^a Els valors no normals s'expressen amb valors de mediana. ^p: significació per T d'Student; ^μ:Test de U de Mann-Whitney

2.5. Quocient H/Q

2.5.1. Quocient H/Q classificat per sexe

A la taula 27 es mostren els diversos valors del quocient H/Q en les variables isocinètiques de pic torque, potència muscular i treball total. Es pot observar que no hi ha disminucions significatives ni en homes ni en dones en cap paràmetre isocinètic.

Resultats

Taula 27. Valors del quocient H/Q en una població amb gonàlgia lleu. Resultats del genoll sa i el genoll amb gonàlgia lleu, classificat per sexe

		GENOLL SA				GENOLL AMB GONÀLGIA LLEU				P
		MITJANA ± DE	IC		MITJANA ± DE	IC				
			LS	LI		LS	LI			
HOMES n=31										
180º / S	H/Q PICO TORQUE	0,50 ^a	0,56	0,46	0,54 ± 0,14	0,59	0,48	0,112 ^b		
	H/Q POTÈNCIA	0,48 ^a	0,55	0,42	0,49 ± 0,17	0,55	0,43	0,367 ^b		
	H/Q TREBALL TOTAL	0,47 ± 0,17	0,53	0,41	0,49 ± 0,16	0,55	0,44	0,214		
240º / S	H/Q PICO TORQUE	0,58 ± 0,17	0,65	0,52	0,61 ^a	0,69	0,55	0,308 ^b		
	H/Q POTÈNCIA	0,49 ± 0,21	0,57	0,42	0,53 ± 0,18	0,59	0,47	0,110		
	H/Q TREBALL TOTAL	0,47 ± 0,19	0,54	0,40	0,50 ± 0,17	0,56	0,44	0,103		
DONES n=51										
180º / S	H/QPICO TORQUE	0,52 ± 0,12	0,55	0,48	0,53 ^a	0,58	0,49	0,910 ^b		
	H/Q POTÈNCIA	0,42 ± 0,17	0,47	0,37	0,39 ^a	0,45	0,35	0,358 ^b		
	H/Q TREBALL TOTAL	0,40 ± 0,16	0,45	0,36	0,39 ^a	0,44	0,35	0,722 ^b		
240º / S	H/QPICO TORQUE	0,57 ± 0,14	0,61	0,53	0,57 ± 0,15	0,61	0,53	0,954		
	H/Q POTÈNCIA	0,41 ± 0,19	0,46	0,35	0,39 ^a	0,45	0,34	0,253 ^b		
	H/Q TREBALL TOTAL	0,38 ^a	0,43	0,33	0,36 ^a	0,42	0,32	0,285 ^b		

H/Q= Equilibri muscular entre Isquiotibials/ quàdriceps. Els resultats s'expressen en mitjana ± desviació estàndard i interval de confiança del 95%(LS:límit superior,LI: límit inferior) per les variables amb distribució normal. ^a Els valors no normals s'expressen amb valors de mediana. p: significació per T d'Student per mostres aparellades; ^p: test de Wilcoxon

2.5.2. Quocient H/Q classificat per sexe i rang d'edat

A continuació a la taula 28 es mostren diversos valors del quocient H/Q en les variables isocinètiques de pic torque, potència muscular i treball total de la població separat per sexe i per rang d'edat. Es troben disminucions significatives en el grup d'homes, en el grup d'edat més gran de cinquanta anys o igual, en la variable isocinètica de treball total a la velocitat de 180°/s (p=0,036 respectivament).

Resultats

Taula 28. Valors del quocient H/Q en una població amb gonàlgia lleu. Resultats del genoll sa i el genoll amb gonàlgia lleu, classificat per sexe i rang d'edat

		GENOLL SA			GENOLL AMB GONÀLGIA LLEU			P
		MITJANA ± DE	IC		MITJANA ± DE	IC		
			LS	LI		LS	LI	
		HOMES						
Població <50a n=21								
180º / S	H/Q PICO TORQUE	0,46 ^a	0,55	0,44	0,50 ± 0,14	0,57	0,44	0,357 ^B
	H/Q POTÈNCIA	0,47 ^a	0,55	0,39	0,48 ± 0,17	0,55	0,40	0,566 ^B
	H/Q TREBALL TOTAL	0,46 ^a	0,54	0,39	0,48 ± 0,16	0,55	0,41	0,357 ^B
240º / S	H/Q PICO TORQUE	0,55 ± 0,14	0,61	0,48	0,57 ± 0,16	0,65	0,50	0,498
	H/Q POTÈNCIA	0,47 ± 0,19	0,55	0,39	0,56 ^a	0,60	0,43	0,114 ^B
	H/Q TREBALL TOTAL	0,46 ± 0,18	0,54	0,38	0,51 ^a	0,57	0,42	0,079 ^B
Població ≥50a n=10								
180º / S	H/Q PICO TORQUE	0,54 ± 0,13	0,63	0,45	0,60 ± 0,13	0,70	0,51	0,163
	H/Q POTÈNCIA	0,51 ± 0,21	0,66	0,36	0,53 ± 0,17	0,65	0,40	0,596
	H/Q TREBALL TOTAL	0,47 ± 0,17	0,59	0,35	0,52 ± 0,16	0,64	0,41	0,036
240º / S	H/Q PICO TORQUE	0,66 ± 0,21	0,81	0,50	0,71 ± 0,20	0,86	0,57	0,485
	H/Q POTÈNCIA	0,54 ± 0,25	0,72	0,36	0,57 ± 0,17	0,69	0,45	0,485
	H/Q TREBALL TOTAL	0,50 ± 0,23	0,67	0,34	0,52 ± 0,17	0,64	0,40	0,647
DONES								
Població <50a n=34								
180º / S	H/Q PICO TORQUE	0,51 ± 0,12	0,55	0,47	0,49 ^a	0,60	0,47	0,831 ^B
	H/Q POTÈNCIA	0,42 ± 0,17	0,48	0,36	0,41 ± 0,18	0,47	0,34	0,630
	H/Q TREBALL TOTAL	0,40 ± 0,17	0,46	0,34	0,43 ^a	0,45	0,33	0,626 ^B
240º / S	H/Q PICO TORQUE	0,56 ± 0,13	0,60	0,51	0,57 ± 0,12	0,61	0,53	0,753
	H/Q POTÈNCIA	0,45 ^a	0,48	0,34	0,40 ± 0,19	0,46	0,33	0,334 ^B
	H/Q TREBALL TOTAL	0,43 ^a	0,45	0,32	0,40 ^a	0,43	0,31	0,360 ^B
Població ≥50a n=17								
180º / S	H/Q PICO TORQUE	0,53 ± 0,13	0,60	0,46	0,53 ± 0,13	0,60	0,46	0,981
	H/Q POTÈNCIA	0,42 ± 0,17	0,51	0,34	0,39 ± 0,16	0,47	0,31	0,306
	H/Q TREBALL TOTAL	0,41 ± 0,16	0,49	0,32	0,39 ± 0,16	0,48	0,31	0,724
240º / S	H/Q PICO TORQUE	0,59 ± 0,16	0,67	0,51	0,58 ± 0,21	0,69	0,47	0,778
	H/Q POTÈNCIA	0,40 ± 0,19	0,49	0,30	0,39 ± 0,21	0,50	0,28	0,843
	H/Q TREBALL TOTAL	0,37 ± 0,18	0,46	0,28	0,37 ± 0,19	0,46	0,27	0,819

H/Q= Equilibri muscular entre Isquiotibials/ quàdriceps. Els resultats s'expressen en mitjana ± desviació estàndard i interval de confiança del 95%(LS:límit superior,LI: límit inferior) per les variables amb distribució normal. ^a Els valors no normals s'expressen amb valors de mediana. ^p: significació per T d'Student per mostres aparellades; ^β: test de Wilcoxon

2.5.3. Quocient H/Q classificat per sexe i per categories de l'índex de massa corporal

La taula 29 mostra els participants dividits per sexe i per categories de l'IMC dels diversos valors del quocient H/Q en les variables isocinètiques de pic torque, potència i treball total. S'observa, de forma sorprenent, un augment significatiu en homes en el grup de normopès a la variable isocinètica de treball total a la velocitat de 240°/s ($p=0,028$ respectivament), i en aquest cas a diferència que en el cas anterior existeix millora. En dones no es troba cap diferència estadísticament significativa.

Resultats

Taula 29. Valors del quocient H/Q en una població amb gonàlgia lleu. Resultats del genoll sa i el genoll amb gonàlgia lleu, classificat per sexe i índex de massa corporal

		GENOLL SA				GENOLL AMB GONÀLGIA LLEU			P
		MITJANA ± DE	IC		MITJANA ± DE	IC			
			LS	LI		LS	LI		
		HOMES							
Normopès 25≤ n=12									
180º / S	H/Q PICO TORQUE	0,50 ± 0,13	0,58	0,41	0,50 ± 0,12	0,57	0,43	0,923	
	H/Q POTÈNCIA	0,45 ± 0,21	0,59	0,32	0,54 ^a	0,60	0,36	0,099 ^ß	
	H/Q TREBALL TOTAL	0,45 ± 0,21	0,58	0,31	0,53 ^a	0,59	0,36	0,071 ^ß	
240º / S	H/Q PICO TORQUE	0,55 ± 0,16	0,66	0,45	0,60 ± 0,17	0,70	0,49	0,405	
	H/Q POTÈNCIA	0,45 ± 0,22	0,59	0,31	0,53 ± 0,20	0,66	0,40	0,110	
	H/Q TREBALL TOTAL	0,44 ± 0,21	0,57	0,30	0,56 ^a	0,63	0,39	0,028 ^ß	
Sobrepès 25 - ≤ 30 n=12									
180º / S	H/Q PICO TORQUE	0,52 ± 0,13	0,60	0,44	0,58 ± 0,15	0,67	0,48	0,130	
	H/Q POTÈNCIA	0,52 ± 0,18	0,64	0,41	0,54 ± 0,17	0,65	0,43	0,753	
	H/Q TREBALL TOTAL	0,50 ± 0,15	0,59	0,40	0,54 ± 0,16	0,64	0,44	0,186	
240º / S	H/Q PICO TORQUE	0,60 ± 0,21	0,73	0,46	0,68 ± 0,19	0,80	0,56	0,194	
	H/Q POTÈNCIA	0,54 ± 0,22	0,68	0,40	0,56 ^a	0,67	0,48	0,272 ^ß	
	H/Q TREBALL TOTAL	0,51 ± 0,20	0,64	0,38	0,54 ± 0,14	0,63	0,45	0,379	
Obesitat >30a n=7									
180º / S	H/Q PICO TORQUE	0,47 ^a	0,64	0,39	0,49 ^a	0,70	0,36	0,612 ^ß	
	H/Q POTÈNCIA	0,47 ± 0,15	0,61	0,33	0,44 ± 0,13	0,57	0,32	0,677	
	H/Q TREBALL TOTAL	0,45 ± 0,14	0,58	0,33	0,44 ± 0,11	0,55	0,34	0,876	
240º / S	H/Q PICO TORQUE	0,61 ± 0,12	0,73	0,50	0,54 ± 0,19	0,72	0,36	0,258	
	H/Q POTÈNCIA	0,48 ± 0,15	0,63	0,34	0,46 ± 0,18	0,62	0,29	0,468	
	H/Q TREBALL TOTAL	0,46 ± 0,15	0,59	0,32	0,43 ± 0,17	0,58	0,28	0,450	
DONES									
Normopès ≤ 25 n=29									
180º / S	H/Q PICO TORQUE	0,53 ± 0,13	0,58	0,48	0,52 ^a	0,63	0,48	0,837 ^ß	
	H/Q POTÈNCIA	0,42 ± 0,16	0,49	0,36	0,41 ± 0,15	0,47	0,35	0,559	
	H/Q TREBALL TOTAL	0,41 ± 0,15	0,46	0,35	0,40 ± 0,15	0,46	0,35	0,762	
240º / S	H/Q PICO TORQUE	0,59 ± 0,14	0,64	0,53	0,60 ± 0,15	0,66	0,54	0,600	
	H/Q POTÈNCIA	0,43 ± 0,19	0,50	0,36	0,40 ± 0,18	0,47	0,34	0,401	
	H/Q TREBALL TOTAL	0,40 ± 0,18	0,47	0,34	0,38 ± 0,17	0,44	0,32	0,339	
Sobrepès 25- ≤ 30 n=16									
180º / S	H/Q PICO TORQUE	0,49 ± 0,11	0,55	0,43	0,49 ± 0,14	0,56	0,42	0,939	
	H/Q POTÈNCIA	0,38 ± 0,19	0,48	0,28	0,48 ^a	0,50	0,27	0,605 ^ß	
	H/Q TREBALL TOTAL	0,37 ± 0,18	0,46	0,27	0,48 ^a	0,50	0,27	0,796 ^ß	
240º / S	H/Q PICO TORQUE	0,55 ± 0,14	0,62	0,47	0,55 ± 0,14	0,62	0,47	0,895	
	H/Q POTÈNCIA	0,36 ± 0,21	0,47	0,24	0,36 ± 0,21	0,47	0,25	0,908	
	H/Q TREBALL TOTAL	0,33 ± 0,20	0,43	0,22	0,40 ^a	0,44	0,24	0,918 ^ß	
Obesitat >30a n=6									
180º / S	H/Q PICO TORQUE	0,50 ± 0,11	0,62	0,39	0,53 ± 0,11	0,64	0,42	0,541	
	H/Q POTÈNCIA	0,50 ± 0,16	0,67	0,33	0,39 ± 0,14	0,54	0,24	0,114	
	H/Q TREBALL TOTAL	0,49 ± 0,16	0,66	0,32	0,37 ± 0,14	0,52	0,23	0,135	
240º / S	H/Q PICO TORQUE	0,55 ± 0,12	0,67	0,42	0,49 ± 0,16	0,66	0,32	0,375	
	H/Q POTÈNCIA	0,44 ± 0,17	0,62	0,25	0,43 ± 0,22	0,66	0,20	0,870	
	H/Q TREBALL TOTAL	0,41 ± 0,17	0,60	0,23	0,39 ± 0,19	0,60	0,19	0,586	

H/Q= Equilibri muscular entre Isquiotibials/ quàdriceps. Els resultats s'expressen en mitjana ± desviació estàndard i interval de confiança del 95%(LS:límit superior,LI: límit inferior) per les variables amb distribució normal. ^a Els valors no normals s'expressen amb valors de mediana. p: significació per T d'Student per mostres aparellades; ^β: test de Wilcoxon

DISCUSSIÓ

Discussió

El present estudi confirma la hipòtesi plantejada, i verifica que existeix pèrdua de la força o debilitat muscular, en els moviments de flexió i extensió en processos de gonàlgies lleus. Aquesta pèrdua s'ha pogut confirmar perquè s'ha disposat de l'eina objectiva, el dinamòmetre isocinètic, per identificar i quantificar aquesta debilitat.

Actualment, existeix controvèrsia en referència a les velocitats angulars que cal utilitzar per realitzar proves isocinètiques. Tradicionalment, les velocitats lentes/intermitges o definides també com a baixes, segons Willigenburg, s'han considerat velocitats de força muscular pura (0-180°/s) i les velocitats ràpides o altes, velocitats de resistència (>180°/s) (Biodex, 2010; Willigenburg NW et al., 2015). Les velocitats aplicades a les activitats de la vida diària impliquen la utilització de velocitats lentes quan es treballa la força —un exemple seria passar d'estar assegut en una cadira a posar-se de peu— i velocitats ràpides quan es treballa la resistència —per exemple, caminar.

En el nostre estudi, les variables isocinètiques s'han valorat a dues velocitats; per una banda, s'han efectuat a una velocitat angular de 240°/s perquè ens hem basat en l'estudi de Martínez Puig (Martínez-Puig D et al., 2012). I a la vegada s'han realitzat els estudis isocinètics a la velocitat de 180°/s, perquè és la velocitat angular que reflecteix la força muscular pura (Willigenburg NW et al., 2015) i seran els resultats que es discutiran.

El **pic torque**, la **potència** i el **treball total** són les variables isocinètiques que s'han analitzat però és difícil saber la seva rellevància o impacte clínic. Es disposa d'escassa informació per a que els resultats siguin considerats amb rellevància clínica, però d'acord amb Knapik i Dauty, quan la comparació entre els valors d'una variable isocinètica entre el genoll sa i el genoll amb dolor lleu és de 10% o més gran, es considera funcionalment important i esdevé rellevància clínica independentment de si aquesta comparació és estadísticament significativa o no (Knapik JJ et al., 1991).

Referent a la musculatura implicada en el moviment del genoll, la importància dels músculs extensors de genoll, fonamentalment el múscul quàdriceps, radica en el fet que són els principals motors involucrats en el funcionament d'exercicis com saltar o xutar una pilota, mentre que els músculs flexors de genoll, els músculs isquiotibials, influeixen en la longitud de gambada, i per tant les dues musculatures permeten l'estabilització de l'articulació del genoll (Lehnert M et al., 2014).

Discussió

Per facilitar la comprensió dels resultats del present estudi s'han elaborat les taules 30, 31 i 32 on es pot veure un resum de la comparació de les variables isocinètiques entre el genoll sa i el genoll amb gonàlgia lleu que han obtingut significació estadística i s'indiquen els que tenen un valor superior al 10%, que ens marca rellevància clínica, segons el sexe (taula 30), rang d'edat (taula 31) i categories de l'índex de massa corporal (taula 32).

Taula 30. Variables isocinètiques en els pacients amb gonàlgia lleu. Rellevància clínica segons sexe

RESULTATS SEGONS SEXE		
		Diferència genoll sa/genoll gonàlgia lleu
HOMES	PT E 180	
	Reducció del PT en una repetició del múscul quàdriceps	* <0,001
	P F 180	
	Reducció de la P dels músculs isquiotibials	-11,1% *0,019
	P E 180	
	Reducció de la P del múscul quàdriceps	-15,2% * <0,001
	TT F 180	
DONES	Reducció del TT dels músculs isquiotibials	-13,1% *0,008
	TT E 180	
	Reducció del TT del múscul quàdriceps	-20,4% * <0,001
	PT E 180	
	Reducció del PT en una repetició del múscul quàdriceps	* 0,003
	P F 180	
	Reducció de la P dels músculs isquiotibials	-12,1% *0,016
	P E 180	
	Reducció de la P del múscul quàdriceps	* <0,003
	TT F 180	
	Reducció de la P del múscul quàdriceps	-23% *0,017
	TT E 180	
	Reducció del TT del múscul quàdriceps	-14,8% * <0,001

PT: moment màxim de força que pot fer un múscul en una repetició. TT: capacitat del múscul per mantenir la força de contracció durant tota la prova. P: rapidesa del múscul per produir força. F: moviment de flexió en què el múscul principal són els isquiotibials. E: moviment d'extensió en què el múscul principal és el quàdriceps. 180: velocitat de la prova, 180°/seg. En la columna "Diferència genoll sa/genoll amb gonàlgia lleu" es mostra el tant per cent de rellevància clínica de pèrdua de força muscular > 10% o significació estadística.

Discussió

Taula 31. Variables isocinètiques en els pacients amb gonàlgia lleu. Rellevància clínica segons sexe i rang d'edat

RESULTATS SEGONS SEXE I RANG D'EDAT		Diferència genoll sa/genoll gonàlgia lleu Població <50 anys	Diferència genoll sa/genoll gonàlgia lleu Població ≥50 anys
HOMES	PT E 180 Reducció del PT en una repetició del múscul quàdriceps	-10,6% *0,002	*0,008
	P F 180 Reducció de la P dels músculs isquiotibials	-13,8% *0,026	
	P E 180 Reducció de la P del múscul quàdriceps	-16% *<0,001	-12,8% *0,011
	TT F 180 Reducció del TT dels músculs isquiotibials	-17% *0,006	
	TT E 180 Reducció del TT del múscul quàdriceps	-21,9% *<0,001	-16% *0,012
DONES	P F 180 Reducció de la P dels músculs isquiotibials	-12,5% *0,036	
	P E 180 Reducció de la P del múscul quàdriceps	-11% *0,006	
	TT F 180 Reducció del TT dels músculs isquiotibials	-21,7% *0,019	
	TT E 180 Reducció del TT del múscul quàdriceps	-14,8% *0,001	-14,7% *0,049

PT: moment màxim de força que pot fer un múscul en una repetició. TT: capacitat del múscul per mantenir la força de contracció durant tota la prova. P: rapidesa del múscul per produir força. F: moviment de flexió en què el múscul principal són els isquiotibials. E: moviment d'extensió en què el múscul principal és el quàdriceps. 180: velocitat de la prova, 180°/seg. En la columna "Diferència genoll sa/genoll amb gonàlgia lleu" es mostra el tant per cent de rellevància clínica de pèrdua de força muscular > 10% o significació estadística.

Taula 32. Variables isocinètiques en els pacients amb gonàlgia lleu: Rellevància clínica segons sexe i categories de pes corporal

RESULTATS SEGONS SEXE I ÍNDEX DE MASSA CORPORAL				
		Diferència genoll sa/Genoll gonàlgia lleu Població normopès	Diferència genoll sa/Genoll gonàlgia lleu Població sobrepès	Diferència genoll sa/genoll gonàlgia lleu Població obesitat
HOMES	PT E 180			
	Reducció del PT en una repetició del múscul quàdriceps		-17,2% *0,008	-12,8% *0,012
	P E 180			
	Reducció de la P del múscul quàdriceps	-11,5% *0,025	-15,4% *0,009	-22,5% *0,009
DONES	TT E 180			
	Reducció del TT del múscul quàdriceps	-15,4% *0,016	-21,7% *0,003	-28,8% *0,003
	PT E 180			
	Reducció del PT en una repetició del múscul quàdriceps	*0,023		-13,4% *0,040
	P E 180			
	Reducció de la P del múscul quàdriceps			-15,5% *0,028
	TT E 180			
	Reducció del TT del múscul quàdriceps	-13,8% *0,005		-22,1% *0,031

PT: moment màxim de força que pot fer un múscul en una repetició. TT: capacitat del múscul per mantenir la força de contracció durant tota la prova. P: com de ràpid un múscul pot produir força.

F: moviment de flexió on el múscul principal són els isquiotibials. E: moviment d’extensió on el múscul principal és el quàdriceps. 180: velocitat de la prova, 180º/seg.. En la columna Diferència

Genoll sa/Genoll amb gonàlgia lleu es mostra el % de rellevància clínica de pèrdua de força muscular > 10% i/o significació estadística

En el present estudi, el **treball total** en el moviment de flexió i extensió és la variable isocinètica que s'ha trobat més disminuïda, quan es compara un genoll sa i un genoll amb gonàlgia lleu, tant en homes com en dones. Cal destacar que la reducció més important del **treball total** és d'un -23% en el moviment de flexió en les dones, mentre que és d'un -20,4% en el moviment d'extensió en els homes.

L'amplitud de moviment de l'articulació del genoll contempla els moviments d'extensió i de flexió, i té un rang de moviment de 0° a 120°/140°. En el nostre estudi, durant la prova isocinètica es va utilitzar un rang de moviment de -5° en extensió (els graus en el moviment d'extensió s'expressen en negatiu, que indica que en una posició de sedestació, la cama no estaria completament perpendicular al cos) i a 95° en flexió. A la realització d'una prova isocinètica s'utilitza -5° perquè protegeix el genoll de l'extensió completa, que són 0°, i a 95° perquè són graus de flexió en què un genoll és completament funcional. En conseqüència, realitzar la prova isocinètica entre -5° i 95° permet valorar un recorregut articular funcional (Biodex, 2010; Góngora L et al., 2003).

El **treball total** és l'acció del múscul durant l'amplitud de moviment articular i es troba disminuït en el genoll amb gonàlgia lleu. En els moviments de la vida diària es realitzen flexions i extensions de genoll en els angles esmentats que indiquen capacitat articular funcional, i es determinen pel treball total. Per tant, la variable treball total és rellevant però no sol ser avaluada regularment en estudis de població d'artrosi de genoll i resulta difícil de comparar els nostres resultats amb els d'altres autors (Bastiani D et al., 2012). Les nostres observacions recolzen que el **treball total** és un bon indicador de la pèrdua de la capacitat articular funcional (Biodex, 2010).

Com hem comentat, el **treball total** és la variable que es troba més disminuïda en flexió i en extensió en homes i en dones, i en concret en menors de cinquanta anys. En els més grans de cinquanta anys la disminució és només en el moviment d'extensió en homes i dones.

Aquests resultats suggereixen que fins els cinquanta anys, es produeix una disminució del **treball total** en flexió i en extensió que s'associa a la pèrdua de la força muscular tant dels músculs isquiotibials com del múscul quàdriceps, però a partir dels cinquanta anys, hi hauria un predomini de pèrdua de la força muscular del quàdriceps, com ho descriuen altres autors (Kasper DL, 2016).

Discussió

Pel que fa al **treball total**, en relació amb les categories de l'índex de massa corporal, s'observa una disminució en el moviment d'extensió, en les tres categories de l'índex de massa corporal en els homes, i es detecta una disminució del **treball total**, en extensió en el grup de normopès i d'obesitat en les dones.

La pèrdua del **treball total** en pacients que presenten artrosi de genoll no millora quan són intervinguts amb el tractament d'elecció com l'artroplàstia de genoll (Bastiani D et al., 2012), ja que al comparar els dos grups, el **treball total**, es trobava disminuït, valorat amb el Biodex System a les velocitats de 60°/s i 240°/s (Bastiani D et al., 2012). Per tant la intervenció d'artroplàstia no millora el treball total muscular i caldrà recuperar la pèrdua muscular (Bastiani D et al., 2012).

Pel que fa a la variable isocinètica **potència** en el moviment de flexió i d'extensió també es troben disminuïdes quan es compara el genoll sa amb el genoll amb gonàlgia lleu, tant en homes com en dones.

En el nostre estudi, la variable isocinètica de **potència** disminueix en el moviment de flexió i extensió, en menors de cinquanta anys, tant en homes (-13,8% i -16% respectivament) com en dones (-12,5% i -11,0% respectivament). En els majors de 50 anys s'observa, una disminució de la potència en extensió només en els homes.

La relació de l'edat tant en la reducció del **treball total** com de la **potència**, podria relacionar-se amb la pèrdua de massa muscular, que podria explicar-se per la disminució de les fibres musculars, entre el 12% i 15% de pèrdua per dècada a partir dels trenta anys en ambdós sexes (Serra JA, 2006). A més a més, amb l'edat, la massa magra es va substituint per teixit adipós, per tant, es perd massa muscular i, com a conseqüència, força muscular (Dennison E et al., 2017).

Si amb l'edat es perd força muscular, els participants de l'estudi menors de cinquanta anys tenen un genoll sa amb més força muscular que els majors de cinquanta anys. Per tant, si es comparen les variables isocinètiques del genoll sa amb el seu genoll amb gonàlgia lleu dels menors de cinquanta anys, la diferència és més gran que si la mateixa comparació de variables es realitza en els majors de cinquanta anys. Sobre aquesta base, la diferència de **potència** i de **treball total** entre els dos genolls és més grans en els menors de cinquanta anys i per tant més clínicament rellevants en els participants menors de 50 anys.

Discussió

En canvi, la **potència** en els homes més grans de cinquanta anys es redueix només en el moviment d'extensió en totes les categories del pes corporal com també s'observa en el **treball total**.

Aquesta disminució de la **potència** té un comportament similar al del **treball total**, però la disminució del **treball total** és més accentuada, en els participants de menys de cinquanta anys, i afecta a homes i a dones de més de cinquanta anys, mentre que la potència disminueix només en els homes de més de cinquanta anys. Per tot el comentat es suggereix que la rellevància clínica del **treball total** és més gran que el de la **potència**.

La **potència** i el **treball total** són dos variables relacionades amb la força muscular però que indiquen processos diferents. Com s'ha explicat anteriorment, el **treball total** ens mostra tota la força muscular durant l'amplitud de moviment i aquesta es perd tant en homes com en dones de més de cinquanta anys en el moviment d'extensió, mentre que la potència és la capacitat d'un múscul en contreure's, i aquesta capacitat només es perd en els homes de més de cinquanta anys en extensió. Però, aquests resultats en relació amb la resposta diferent de la **potència** i el **treball total** en funció del gènere i amb majors de cinquanta anys requereixen estudis més aprofundits.

A partir dels nostres resultats, es suggereix que la reducció del **treball total** i de la **potència** en els menors de cinquanta anys en flexió i en extensió, en homes i dones, es deu a alteracions musculars en pacients amb artrosi de genoll dels músculs isquiotibials i del múscul quàdriceps (Hafez AR et al., 2013).

En canvi, altres autors proposen que el quàdriceps és el múscul més afectat en pacients amb artrosi de genoll (Petrella M et al., 2014, Kasper DL, 2016). Aquesta disminució de força del múscul quàdriceps, s'havia descrit en participants homes, sense especificar l'edat i es va detectar la disminució del **treball total** en el moviment d'extensió, a partir d'utilitzar el dinamòmetre Biodex Sistema 3 Pro, que suggereix sols l'afectació del quàdriceps (Petrella M et al., 2014). Aquestes dades coincideixen amb els nostres resultats observats en homes més grans de cinquanta anys en què només s'afecta l'extensió, especialment, per la pèrdua de força del quàdriceps.

D'altra banda, la pèrdua de la força muscular en processos artròsics pot relacionar-se amb l'existència d'una alteració de la biomecànica de l'articulació, a causa del desgast del cartílag

Discussió

que porta a la desalineació articular del genoll, i al deteriorament funcional (Cherian JJ et al., 2015).

Un altre factor que pot influir en la pèrdua de la força, en aquest cas, de la musculatura flexora, és la laxitud articular, que s'observa en alguns casos en artrosi de genoll en homes i dones més grans de seixanta anys, fent ús d'una ressonància magnètica i d'un dinamòmetre manual (Nakagawa K i Maeda M, 2017). Però en el nostre estudi, no es pot valorar l'associació entre la pèrdua de força muscular amb la laxitud i la desalineació articular, perquè no s'han estudiat aquestes dos factors.

Com s'ha descrit anteriorment, la reducció del **treball total**, sols s'observa en l'extensió, en homes i dones més grans de cinquanta anys, aquest fet es podria explicar perquè la disminució de la qualitat muscular del quàdriceps és similar en els dos sexes, a partir dels quaranta anys (Kasai T et al., 2015). La qualitat muscular es va valorar mitjançant l'extensió del genoll dividida per l'àrea transversal del quàdriceps a partir dels resultats d'una tomografia axial computeritzada (Kasai T et al., 2015). Aquesta disminució de la força del quàdriceps, en homes i dones més grans de quaranta anys, també s'ha observat amb un nou dispositiu, el Locomo Scan (Narumi K et al., 2017). Amb aquest nou dispositiu s'ha mesurat la força muscular dels extensors de genoll en una població de 3.617 persones, homes i dones, procedents de la població general o de treballadors d'una empresa privada amb edats compreses entre 20 i 89 anys (Narumi K et al., 2017). Els resultats mostren que entre els participants de 20 a 40 anys no hi ha diferències significatives de la força del múscul quàdriceps mentre sí que disminueix significativament la força d'aquests músculs extensors de genoll en ambdós sexes als més grans de quaranta anys (Narumi K et al., 2017).

Pel que fa a la variable **pic torque**, només es redueix en el moviment d'extensió, i la diferència entre el genoll sa i el genoll amb gonàlgia lleu és més petita que en les altres dues variables isocinètiques i, per tant, implica poca rellevància clínica en quadres de gonàlgia lleu. El **pic torque** és la variable que analitzen amb més freqüència i no s'estudia el **treball total** en les alteracions en la força muscular dels individus amb artrosi de genoll (Lehnert M et al., 2014; Santos-Silva P et al., 2016). El **pic torque** mostra el punt màxim de força, i és de molta importància pels jugadors de futbol i altres tipus d'esportistes (Santos-Silva P et al., 2016).

La variable **pic torque**, es troba disminuïda en extensió en els grups de sobrepès i obèsitat en els homes i sols en el grup de les dones obesas, i en tots els casos aquesta reducció és superior al 10% i per tant, implica rellevància clínica.

Discussió

Actualment, s'incideix en la reducció de l'obesitat per millorar en processos d'artrosi de genoll (Kasper DL, 2016). En aquest sentit, els nostres resultats aporten dades objectives de la relació

de l'obesitat amb la reducció de les tres variables en extensió, suggerint que l'obesitat empitjora la força muscular del quàdriceps.

En les persones obeses hi ha debilitat muscular relacionada amb el sedentarisme, i amb la falta de mobilitat (Jang Y et al., 2017). Per tant, com menys mobilitat, més debilitat muscular, que es pot recuperar en fer exercici físic, i així augmentar la força muscular (Jang Y et al., 2017; Serra JA, 2006).

Una qüestió que es planteja és per què tenim clínica de dolor o debilitat muscular en un dels dos genolls i l'altre no, ja que l'artrosi és una malaltia generalitzada. Una possibilitat seria que el genoll que presenta clínica abans que l'altre, fos el del costat dominant (Kong P i Burn S, 2010).

La majoria d'estudis de l'articulació del genoll en què es fa una prova isocinètica, discriminen entre la cama dominant i la no dominant (Kong P i Burn S, 2010) i l'artrosi és més freqüent en el genoll de la cama dominant. En el nostre estudi s'ha avaluat el genoll catalogat de sa i el que presenta gonàlgia lleu, i no s'ha especificat quin és el de la cama dominant. Tenint en compte que en la majoria de la població, aproximadament entre un 92% i un 87%, el costat dominant és el dret, els nostres resultats del genoll amb gonàlgia lleu serien del costat dret i el dominant (Kong P i Burn S, 2010).

Per altra banda, en el nostre estudi, la valoració isocinètica ha determinat que la diferència de les variables **treball total**, **potència** i **pic torque** entre els dos genolls dels homes eren significativament més grans que la de les dones en el moviment d'extensió, aproximadament el doble en els participants menors de cinquanta anys.

Aquests valors més elevats de les variables isocinètiques dels homes determinen que la diferència entre genoll sa i el que presenta gonàlgia sigui més gran i de forma significativa en extensió en el homes que en dones. Això reforça que la pèrdua del múscul quàdriceps és més gran en els homes que en les dones.

L'enfortiment dels músculs de l'extensió del genoll poden ser especialment importants d'acord amb estudis previs que demostren que els dèficits funcionals en el quàdriceps estan associats a la limitació de la mobilitat i la disminució de la testosterona associada a l'edat. En homes, la

Discussió

baixa testosterona, estradiol i estrogen es van associar significativament amb la disminució funcional del quàdriceps en l'evolució al llarg de 2 anys. Aquesta relació ja no era significativa quan es van afegir masses o forces musculars, el que suggereix que les associacions hormonals estan mediades pel seu efecte seqüencial sobre la massa muscular i la força (Cheung AS et al., 2017; Hsu B et al., 2014).

Per altre part, els gens heretats dels virus retrovirus antics són essencials per a la placenta dels mamífers, i més recentment, s'ha descrit que aquests gens d'origen viral també poden ser responsables de l'augment de la massa muscular dels homes (Redelsperger F et al., 2016).

Fa un poc més de cinc anys, i gràcies a la inactivació d'uns gens en ratolins, es va demostrar que les sincitines contribueixen a la formació de la placenta. En els mateixos ratolins, s'ha posat de manifest un efecte inesperat d'aquestes proteïnes, les sincitines: donen als homes més massa musculars que a les dones. En els animals mascles, modificats genèticament, en que s'inactiven les sincitines, es provoca una deficiència de fusions de les cèl·lules, les fibres eren un 20% més petites i mostraven un 20% menys de nuclis que en els mascles normals. Les fibres dels ratolins mascles modificats genèticament eren similars a les observades en les femelles, així com a la seva massa muscular total. Per tant, sembla que la inactivació de les sincitines condueix a un dèficit de fusions durant el creixement muscular, però només en els mascles. El mateix fenomen s'observa en el cas del múscul regenerat després d'una lesió: els ratolins mascles que són incapaços de produir sincitines, experimenten una regeneració menys efectiva que la dels altres mascles, i comparable a l'observada a les femelles. A més, les fibres musculars regenerades produïen sincitina; però una vegada més, només en els mascles. Si aquest descobriment es confirma en altres mamífers, podria explicar el dimorfisme muscular observat entre els mascles i femelles (Redelsperger F et al., 2016). Com a resultat, s'ha demostrat el fet, de que les sincitines contribueixen a la formació de fibres musculars en totes les espècies analitzades, i ara és necessari demostrar si l'acció de les sincitines és específica dels mascles.

Per altre part, les diferències de gènere en la força muscular són:

- La testosterona promou el creixement múscul-esquelètic. Els homes experimenten un increment significativament major del múscul que les dones.
- La testosterona és responsable, en part, de la retenció de proteïnes musculars i de la hipertròfia muscular en el cas d'entrenament de força (efecte anabòlic).

Discussió

- La testosterona estimula l'hormona eritropoetina, per tant de forma indirecta augmenta la oxigenació muscular i en conseqüència incrementa la força muscular (Wilmore J i Costill D, 2007; Sandbakk O et al., 2017; Holfelder B et al., 2013).

També es recomanable observar el balanç flexoextensor del genoll, valorat pel quocient H/Q. En el nostre estudi, l'equilibri H/Q de les variables **treball total**, **potència** i **pic torque** en flexió i en extensió és similar entre els dos genolls independentment del sexe, rang d'edat i les categories de l'índex de massa corporal.

El quocient H/Q es considera normal entre el 60% i el 70% (Kong P i Burn S, 2010), mentre que en el nostre estudi els valors són més baixos, al voltant del 40% en el **treball total**, **potència** i **pic torque**, en flexió i en extensió, sense diferència entre els dos genolls, i suggereix que tant la musculatura flexora com l'extensora es troben disminuïdes. En canvi, d'acord amb els autors que proposen que existeix un dèficit de la musculatura extensora, vinculada al múscul quàdriceps, aquest dèficit provocaria un desequilibri entre isquiotibials i quàdriceps, en sentit d'un augment del quocient H/Q. Per tant, els nostres resultats suggereixen que tant el quàdriceps com els isquiotibials, musculatura extensora i flexora, es troben implicats i reduïts.

Independentment que es practiqui un esport o no, i a causa de les diferències fisiològiques entre els músculs isquiotibials i el múscul quàdriceps, es recomana la utilització del quocient H/Q, que quan és més baix (60%-70%) indica que cal incrementar la força muscular però sempre mantenint l'equilibri de força muscular d'aquests dos músculs (Lanshammar K i Ribom E, 2010). A més a més, el valor de 0,60 equivalent al 60% en el quocient H/Q, s'està utilitzant com a indicador de lesió, però falta més evidència científica que doni suport a aquest indicador (Coombs R i Garbutt G, 2002; El-Ashker S et al., 2017).

Altres autors han descrit que el quocient H/Q és més petit en les dones, ja que tenen un control muscular reduït en comparació amb els homes (El-Ashker S et al., 2017). En canvi, en el nostre estudi no s'han trobat diferències del quocient H/Q que discriminin no tan sols per sexe sinó també per l'edat i per les categories de l'índex de massa corporal.

Atès que en els nostres resultats s'ha observat una reducció de les variables **treball total** i **potència**, tant en el moviment d'extensió com de flexió, la seva translació a la pràctica clínica implicaria l'enfortiment dels músculs isquiotibials i el múscul quàdriceps i així aconseguir el manteniment de l'equilibri muscular associat al genoll sa (Wang H et al., 2016).

Discussió

Els músculs isquiotibials i el múscul quàdriceps són músculs que tant de manera anatòmica com fisiològica són diferents i, per tant, no es comporten igual. D'una banda, el quàdriceps és un múscul compost per fibres musculars ràpides o, el que és el mateix, és un múscul fàsic i, per tant, davant d'artrosi es debilitarà amb més rapidesa que els músculs isquiotibials que són de predomini tònic, compostos per fibres musculars lentes, que impliquen l'escurçament muscular (Souhard PE, 2005). Com a conseqüència dels nostres resultats, se suggereix que els isquiotibials també es debiliten davant processos d'artrosi. Per altra banda, com que són músculs diferents, un tònic i l'altre fàsic, determinarà una actuació terapèutica diferent (Souhard PE, 2005).

El dolor és un altre factor que pot influir en pacients amb artrosi de genoll, ja que el dolor repercuteix de manera directa en una reducció de força muscular (Davison MJ et al., 2017), però en el nostre estudi l'interval de dolor és de 3 cm a 5 cm en l'escala EVA, que és baix, per tant indica poc dolor i que permet fer vida normal. Com a resultat en el nostre estudi, les disminucions de les variables isocinètiques responen a alteracions de la força muscular i no tant a l'impacte del dolor.

Una forma per augmentar el **treball total** en homes i dones menors de cinquanta anys, seria realitzar un programa d'exercici físic; per exemple, fer bicicleta estàtica o cinta de marxa. Durant aquesta activitat es treballaria tant la flexió com l'extensió de genoll, i durant tot el període en que es realitzi l'activitat s'estaria potenciant el **treball total**. També es podria treballar aquesta variable mitjançant l'aparell isocinètic, en velocitats de 180°/s.

En canvi, per millorar la **potència** i el **pic torque** es requeriria un altre tipus d'exercici; per exemple fer repeticions dels moviments d'extensió i flexió de genoll col·locant un pes als turmells, per vèncer la dificultat que s'anomena resistència. La quantitat de pes variarà depenent de les característiques de la persona i del tipus de lesió, que acostuma a ser un increment de pes progressiu. També es podria treballar amb l'aparell isocinètic però en aquest cas, a velocitats lentes com a 60°/s, atès que la resistència que s'ha de vèncer és molt més gran i, per tant, s'ha de fer més força per realitzar els moviments i com a resultat faria augmentar la **potència** i el **pic torque**.

Aquest tipus d'exercicis els fa realitzar la fisioterapeuta, i així contribueix a alentir el procés d'artrosi de genoll i, en conseqüència, millorar les disfuncions dels sistema musculoesquelètic que l'artrosi comporta, i reduir l'important problema de salut pública i una de les principals causes de discapacitat del món.

CONCLUSIONS

Conclusions

1. El treball total és la variable isocinètica que presenta en el moviment de flexió i extensió una reducció més important en el genoll amb gonàlgia lleu, i que té més impacte clínic. Per tant, el treball total és la variable isocinètica que proporciona més informació sobre la capacitat funcional i és la que més es recomana estudiar en persones amb gonàlgia lleu.
2. Les variables treball total i potència presenten una disminució tant en flexió com en extensió en menors de cinquanta anys amb gonàlgia lleu. En conseqüència, es redueix la força dels músculs isquiotibials i quàdriceps, tant en homes com en dones, menors de cinquanta anys, en processos de gonàlgia lleu.
3. El pic torque és una variable isocinètica que disminueix sols en el moviment d'extensió, en persones amb gonàlgia lleu. A més, el pic torque és la variable que presenta disminucions més petites.
4. En les persones de més de cinquanta anys, el treball total disminueix en extensió en homes i en dones, mentre que la potencia es redueix únicament en homes, en processos de gonàlgia lleu.
5. La població obesa, d'homes i dones amb gonàlgia lleu, presenta una important disminució del treball total en extensió, mentre que la potència i el pic torque la reducció en extensió és menys important que la del treball total.
6. Els valors de treball total, potència i pic torque, en flexió i en extensió del genoll sa dels homes, són el doble que en les dones.
7. Els valors més elevats de les variables isocinètiques dels homes determinen que la diferència entre aquestes variables entre el genoll sa i el que presenta gonàlgia sigui significativament més gran en el moviment d'extensió en el homes en comparació amb les

Conclusions

dones. Aquesta observació suggereix que la pèrdua del múscul quàdriceps és més gran en els homes que en les dones.

8. L'equilibri muscular dels músculs isquiotibials i del múscul quàdriceps, valorat pel quocient H/Q, és més baix del 60%, que és considerat el valor normal.
9. L'equilibri muscular pel quocient H/Q no mostra diferències significatives entre el genoll sa i el genoll amb gonàlgia lleu, suggerint que hi ha pèrdua tant en la flexió com en l'extensió.

Finalment, les valoracions isocinètiques en processos de gonàlgia lleu, en particular el treball total i la potència, ens serveixen per quantificar, de forma objectiva, la pèrdua de força muscular dels extensors i flexors de genoll, i són la base per establir protocols d'actuació precoços en fisioteràpia per frenar la progressió de la pèrdua muscular i, per tant, de l'artrosi de genoll.

BIBLIOGRAFIA

Bibliografia

- Alqualo RE, Magalhaes LE, Hiroko SA, Jones AN, Natour JA. Isokinetic assessment of the hip muscles in patients with osteoarthritis of the Knee. Clinics. 2010;65(12):1253-9.
- Álvarez A, Garcia Y, López G, López M, Areas Y, Ruiz A. Artrosis de rodilla y escalas para su evaluación. Archivo medico de Camagüey. 2012;16(6):1025-0255.
- Amorin M, Leme LE. Isokinetic dynamometry in elderly women undergoing total knee arthroplasty: a comparative study. Clinics (Sao Paulo). 2006;61(3):215-222.
- Barenius B, Ponzer S, Shalabi A, Bujak R, Norlén L, Eriksson K. Increased risk of osteoarthritis after anterior cruciate ligament reconstruction: a 14-year follow-up study of a randomized controlled trial. Am J Sports Med. 2014;42(5): 1049-57.
- Bastiani D, Ritzel CH, Manfrin S, Vaz MA. Work and power of the knee flexor and extensor muscles in patients with osteoarthritis and after total knee arthroplasty. Rev Bras Reumatol. 2012;52(2):189-202.
- Biodex Multi-Joint System. Clinical Resource Manual. Biodex Medical Systems. New York; 2010.
- Bosco C. La fuerza muscular. Aspectos metodológicos. Barcelona: Ed. INDE Publicaciones; 2000.
- Brent JL, Myer GD, Ford KR, Paterno MV, Hewett TE. The effect of sex and age on isokinetic hip-abduction torques. J Sport Rehabil. 2013;22(1):41-46.
- Cherian JJ, McElroy MJ, Kapadia BH, Mont MA. Prospective case series of NMES for quadriceps Weakness and Decrease Function in Patients with Osteoarthritis of the Knee. J Long Term Eff Med Implants. 2015; 25(4):301-6.
- Cheung AS, Gray H, Schache AG, Hoermann R, Lim Joon D, Zajac JD, Pandy MG, Grossmann M. Androgen deprivation causes selective deficits in the biomechanical leg muscle function of men during walking: a prospective case-control study. J Cachexia Sarcopenia Muscle. 2017;8(1):102-112.
- Clemente F, Diaz F, Mur L, Ubide MA, Valdearcos S, Ballester JJ, Blanco JA, Castro A, Diaz JV, Espallargas MT, Fuertes A, Garcia D, González P, Guillén M, Martín C. Guía para el tratamiento de pacientes con Artrosis de rodilla en Atención Primaria del Sector

Bibliografia

Teruel y la derivación a la Unidad de Rodilla del Hospital Obispo Polanco. Teruel: Perruca, Industria Gráfica; 2011.

- Comas M, Sala M, Román R, Hoffmeister L, Castells X. Variaciones en la estimación de la prevalencia de artrosis de rodilla según los criterios diagnósticos utilizados en los estudios poblacionales. Gac Sanit. 2010;24(1):28-32.
- Coombs R, Garbutt G. Developments in the use of the hamstring/Quadriceps ratio for the assessment of muscle balance. J Sport Sci Med. 2002; 56-62.
- Davison MJ, Maly M, Keir P, Hapuhennedige S, Kron A, Adachi J, Beattie K. Lean muscle volumen of the thigh has a stronger relationship with muscle power than muscle strength in women with knee osteoarthritis. Clin Biomech. 2017;41(2017):92-97.
- De Ste Croix M, El Nagar YO, Iga J, Ayala F, James D. The impact of joint angle and movement velocity on sex differences in the functional hamstring/quadriceps ratio. Knee. 2017; S0968-0160(17)30080-7.
- Dellagrana RA, Diefenthaler F, Carpes FP, Hernandez SG, de Campos W. Evidence for isokinetic knee torque asymmetries in male long distance-trained runners. Int J Sports Phys Ther. 2015;10(4):514-9.
- Dennison E, Sayer A, Cooper C. Epidemiology of sarcopenia and insight into possible therapeutic targets. Nat Rev Rheumatol. 2017;2017:60.
- Drake RL, Vogl W, Mitchell A. Gray Anatomia para estudiantes. 3ªed. Madrid: Elsevier; 2015.
- Dulay GS, Cooper C, Dennison EM. Knee pain, Knee injury, Knee osteoarthritis & work. Best Pract Res Clin Rheumatol. 2015; 29(3):454-461.
- El-Ashker S, Carson BP, Ayala F, De Ste Croix M. Sex related differences in joint angle specific functional hamstring to quadriceps strength ratios. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2017; 25(3):949-957.
- Felson DT. Clinical practice Osteoarthritis of the knee. N Engl J Med. 2006;354(8):841-8.

Bibliografia

- Genot C, Neiger H, Leroy A, Pierron G, Dufour M, Péninou G. Kinesioterapia. Evaluaciones. Técnicas pasivas y activas del aparato locomotor. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana S.A.;1991.
- Giménez SE. Definición, etiopatogénia, factores de riesgo y pronóstico y Manifestaciones clínicas de la artrosis. En: Gimenez SE, Pulido FR, Trigueros JU. Atención Primaria de calidad: Guía de Buena Práctica Clínica en artrosis. 2ªed. Madrid: International Marketing & Communication, S.A.; 2008. p.11-34.
- Gokhin D, Fowler V. Tropomodulin Capping of Actin Filaments in Striated Muscle Development and Physiology J Biomed. Biotechnol.2011;2011:10.1155/2011/103069.
- Góngora L, Rosales C, González I, Pujals N. Articulación de la rodilla y su mecánica articular. Medisan. 2003; 7(2):100-109.
- González-Badillo JJ, Izquierdo M. Fuerza Muscular: Propiedades Biomecánicas del músculo. En: Izquierdo M. Biomecánica y Bases neuromusculares de la actividad física y el Deporte. Buenos Aires; Madrid: Médica Panamericana, 2008. p. 554-583.
- Hafez AR, Al-Johani AH, Zakaria AR, Al-Ahaideb A, Buragadda S, Melam GR, et al. Treatment of knee osteoarthritis in relation to hamstring and quadriceps strenght. J Phys Ther Sci. 2013;25:1401-5.
- Hahn A, Bolton C, Pillary N. Plasma Exchange therapy in chronic inflammatory polyneuropathy. Mediline. 2008; 40(8):665-71.
- Hirshmann MT, Müller W. Complex function of the knee joint: the current understanding of the knee. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2015;23:2780-2788.
- Holfelder B, Brown N, Bubeck D. The influence of sex, stroke and distance on the lactate characteristics in high performance swimming. PLoS One. 2013;8(10):e77185. doi: 10.1371/journal.pone.0077185.
- Hsu B, Cumming RG, Naganathan V, Blyth FM, Le Couteur DG, Seibel MJ, Waite LM, Handelsman DJ. Longitudinal relationships of circulating reproductive hormone with functional disability, muscle mass, and strength in community-dwelling older men: the Concord Health and Ageing in Men project J Clin Endocrinol Metab. 2014;99(9):3310-8.

Bibliografia

- Huesa F, Garcia J, Vargas J. Dinamometría Isocinética. En: Sánchez I, Ferrero A, Aguilar JJ, Climent JM, Conejero JA, Flórez MT, Peña A, Zambudio R. Manual SERMEF de Rehabilitación y Medicina Física. 2º ed. Madrid: Ed. Médica Panamericana; 2008. p. 83-88.
- Huesa F, García J, Vargas. Dinamometría isocinètica Publicat en Rehabilitació (Madr). 2005; 39(6):288-96.
- Jang Y, Lee MJ, Han J, Kim SJ, Ryu I, Ju X, Ryu MJ, Ching W, Oh E, Kwlon Gr, Heo JY. A Hight-fat Diet Induces a loss of Midbrain Dopaminergic Neuronal Function That Underlies motor Abnormalities. Exp Neurobiol. 2017; 26(2):104-112.
- Jiménez J. Potenciación muscular con aparatos cinesiterápicos-isocinéticos. En: Fundación Mapfre. Potenciación Muscular. Madrid: Ed. Mapfre; 1989. p. 63-74.
- Kaltenborn FM, Evjenth O, Baldauf T, Morgan D, Vollowitz E. Fisioterapia manual extremidades. 2ªed. Madrid: McGraw-Hill Interamericana. 2004. p.15-30.
- Kamina P. Anatomía general. Madrid: Médica Panamericana; 1997.
- Kasai T, Ishiguro N, Matsui Y, Harada A, Takemura M, Yuki A, Kato Y, Otsuka R, Ando F, Shimokata H. Sex-and age- related differences in mid-thigh composition and muscle quality determined by computed tomography in middle-aged and elderly Japanese. Geriatr Gerontol Int. 2015;15(6):700-6.
- Kasper DL, Fauci AS, Longo DL, Hauser SL, Jameson J, Loscazo J. Harrison's Principles of Internal Medicine. 19th Ed,; McGraw-Hill, New York, 2015. Edició Espanyola de la 19 edició McGraw-Hill, 2016. Capítol 394. Osteoarthritis de Felson DT.
- Knapik JJ, Bauman CL, Jones BH, Harris JM, Vaughan L. Preseason strenght and flexibility imbalances associated with athletic injuries in female collegiate athletes. Am J Sports Med. 1991;19:76-81.
- Kong P, Burns S. Bilateral difference in hamstrings to quadriceps ratio in healthy males and females. Phys Ther Sport. 2009; 11(2010):12-17.
- Landis JR, Koch GG, Biometrics. 1977; 33, 159-174.

Bibliografia

- Lanshammar K, Ribom E. Differences in muscle strength in dominant and non-dominant leg in females 20-39 years-A population-based study. *Phys Ther Sport*. 2010; 12(2011):76-79.
- Lehnert M, Xaverová Z, De Ste Croix M. Changes in muscle strenggth in U19 soccer Players During an Annual Training Cycle *J Hum Kinet*. 2014;42(2014):175-185.
- López S, Martínez C, Romero A, Navarro F, Gonzalez J. Propiedades métricas del cuestionario Womac y de una versión reducida para medir la sintomatología y la discapacidad física. *Aten Prim*. 2009; 41(11):613-620.
- Lorenz T, Campello M. Biomecánica del músculo esquelético. En: Nordin M, Frankel V. *Biomecánica Básica del Sistema Musculoesquelético*. 3ªed. Madrid: Ed. McGraw-Hill Interamericana; 2004. P. 161-179.
- Mahir L, Belhaj K, Zahi S, Lmidmani F, El Fatimi A. Importance of isokinetic in knee osteoarthritis. *Ann Phys Rehabil Med*. 2016 sep;59:155-156.
- Martínez P, Forriol F. Changes in synovial fluid in different knee-joint diseases. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*. 2012; 56(2):140-148.
- Martínez-Puig D, Möller I, Fernández C, Chetrit C. Efficacy of oral administration of yoghurt supplemented with a preparation containing hyaluronic acid (Mobilee™) in adults with mild joint discomfort: a randomized, double-blind, placebo controlled intervention study. *Mediterr J Nutr Metab*. 2012, 6, 63–68.
- McAlindon TE, Bannuru RR , Sullivan MC , Arden NK , Berenbaum F ,Bierma-Zeinstra SM , Hawker GA, Henrotin Y, Hunter DJ, Kawaguchi H ,Kwoh K , Lohmander S, Rannou F , Roos EM , Underwood M. OARSI guidelines for the non-surgical management of knee osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage*. 2014; 22(2014):363-388.
- McNair P, Creswell A. Músculo. En Kolt GS,Snyder-Mackler LY. *Fisioterapia del deporte y el Ejercicio*. Madrid: Ed. Elsevier; 2004.
- Miralles R, Miralles I. *Biomecánica clínica de las patologías del aparato locomotor*. 1ªed.Barcelona: Masson;2007.
- Moore KL, Dalley AF, Agur AMR. *Anatomia con orientación clínica*. 6ªed. Barcelona: Wolters Kluwer Lippincott Williams and Wilkins; 2010.

Bibliografia

- Morgado I, Pérez AC, Moguel M, Pérez-Bistamante FJ, Tores LM. Guia de manejo clínico de la artrosis de cadera y rodilla. Rev Soc Esp Dolor. 2005;12: 289-302.
- Nakagawa K, Maeda M. Associations of knee muscle force, bone malalignment, and knee-joint laxity with osteoarthritis in elderly people. J Phys Ther Sci. 2017; 29(3): 461-464.
- Narumi K, Funaki Y, Yoshimura N, Muraki S, Omori G, Nawata A, Seki R. Quadriceps muscle strength reference value as index for functional deterioration of locomotive organs: Data from 3617 men and women in Japan. J Orthop Sci. 2017;S0949-2658 (17)30080-5.
- Netter FH. Atlas de Anatomía Humana. 6ªed. Barcelona: Elsevier; 2015.
- Norman Scott W. Cirugía de la rodilla. Blaha JD, Wojtyś EM. Movilidad y Estabilidad de la rodilla normal. 4ªed. Madrid. Ed: Elsevier; 2007.p.227-239.
- Orri JU, Darden GI. Technical Report: Reliability and validity of the isam 9000 isokinetic dynamometer. JSCR. 2008; 22(1):310-17.
- Petrella M, Serrao PR, Gramani-Say K, Seliestre LF, Gonçalves GH, Mattiello SM. Correlation between self-reported physical function and isokinetic total muscle work in early degrees of knee osteoarthritis. Physical Therapy Department. 2014-eular.3807.
- Pierrynowski i Morrison. Aspectos metabólicos de la contracción muscular. En: Carmelo Bosco. La fuerza muscular, aspectos metodológicos. Barcelona: Inde; 2000. p.19-41.
- Redelsperger F, Raddi N, Bacquin A, Vernochet C, Mariot V, Gache V, Blanchard-Gutton N, Charrin S, Tired L, Dumonceaux J, Dupressoir A, Heidmann T. Genetic Evidence That Captured Retroviral Envelope syncytins Contribute to Myoblast Fusion and Muscle Sexual Dimorphism in Mice. PLoS Genet. 2016;12(9):e1006289.
- Reips UD, Funke F. Interval-level measurement with visual analogue scales in Internet-based research: VAS Generator. Behav Res Methods. 2008; 40(3):699-704.
- Rouviere H, Delmas A. Anatomia Humana descriptiva, topográfica y funcional. 11ed. Ed: Masson; S.A.; 2005.p.372-388,621-627.

Bibliografia

- Sánchez J, Bonet ML, Keijer J, van Schothorst EM, Mölller I, Chetrit C, Martinez-Puig D, Palou A. Blood cells transcriptomics as source of potential biomarkers of articular health improvement: effects of oral intake of a rooster combs extract rich in hyaluronic acid. *Genes Nutr.* 2014; 9(5):417.
- Sandbakk Ø, Strøm G, Holmberg HC. Sex Differences in World Record Performance: The Influence of Sport Discipline and Competition Duration. *Int Sport Physiol Perform.* 2017.
- Santos-Silva P, Pedrinelli A, Rubio D, Dorilleo C, D'Andrea J. Evaluación isocinética de músculos flexores y extensores en jugadores de fútbol profesional antes de iniciar la fase de pretemporada. *Rev Latinoam cir ortop.* 2016;1(2):54-57.
- Segal NA, Glass NA. Is quadriceps muscle weakness a risk factor for incident or progressive knee osteoarthritis. *Phys Sports med.* 2011;39(4):44-50.
- Serra JA. Consecuencias clínicas de la sarcopenia. *Nutr Hosp.* 2006;21(3):46-50.
- Serrao PR, Vasilceac FA, Gramani-Say K, Lessi GC, Oliveira AB, Reiff RB, Mattiello-Sverzut AC, Mattiello SM. Men With early degrees of knee osteoarthritis present functional and morphological impairments of the quadriceps femoris muscle. *Am J Phys Med Rehabil.* 2015; 94(1):70-81.
- Siqueira CM, Pelegrini FR, Fontana MF, Greve JM. Isokinetic dynamometry of knee flexors and extensors: comparative study among non-athletes, jumper athletes and runner athletes. *Rev Hosp Clin Fac Med Sao Paulo.* 2002;57(1):19-24.
- Slocker A, Segovia JC. Valoración de la fuerza isocinética. En: Segovia JC, López FJ, Legido JC. *Manual de Valoración Funcional. Aspectos clínicos y Fisiológicos.* 2ed. Madrid: Ed. Elsevier;2008. p. 221-233.
- Solà R, Valls RM, Martorell I, Giralte M, Pedret A, Taltavull N, Romeu M, Rodríguez À, Moriña D, Lopez de Frutos V, Montero M, Casajuana MC, Pérez L, Faba J, Bernal G, Astilleros A, González R, Puiggrós F, Arola L, Chetrit C, Martínez-Puig D. A low-fat yoghurt supplemented with a rooster comb extract on muscle joint function in adults with mild knee pain: a randomized, double blind, parallel, placebo-controlled, clinical trial of efficacy. *Food Funct.* 201; 6(11):3531-9.

Bibliografia

- Souchard PE. Principios de la reeducación postural global. Vol 88. Badalona: Paidotribo; 2005.p.9-13.
- Strobe. University of Bern; novembre 2007; accés 7 de juliol de 2017. Disponible en <https://strobe-statement.org>.
- Trigueros JA. Tratmineto. En: Gimenez SE, Pulido FR, Trigueros JU. Atención Primaria de Calidad: Guía de Buena Práctica Clínica en artrosis. 2ªed. Madrid: International Marketing & Commnunication, S.A.; 2008. p. 53-78.
- Wang H, Ji Z, Jiang G, Liu W, Jiao W. Correlation among proprioception,muscle strenght, and balance. J Phys Ther Sci. 2016; 28(12):3468-3472.
- Wang X, Su H. Unraveling Enigma in the Z-Disks. Journal of the American Heart Association. 2010; 107:321-323.
- Wells G, Selvadurai H, Tein I. Bionergetic provision of energy for muscular activity. Paediatr Respir Rev. 2009;10(2009):83-90.
- Willigenburg NW, McNally MP, Hewett TE. Hamstring and Quadriceps Injuries in Athletes. A Clinical Guide (New York). 2015; doi:10.1007/978-1-4899-75102_2.
- Wilmore J, Costill D. Fisiologia del esfuerzo y del deporte. 6ª ed. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2007.
- Zawadzki J, Bober T, Sieminski A. Validity analysis of the Biodex System· dynamometer under static and isokinetic conditions. Acta Bioeng Biomech. 2010; 12(4):25-32.

ANNEXES

Annex 1. Declaració de la iniciativa <i>Strobe Statement</i>	3
Annex 2. Informació al participant.....	5
Annex 3. Consentiment informat.....	9
Annex 4. Comitè d'ètica.....	11
Annex 5. Protocol normalitzat de treball (PNT).....	14

STROBE Statement—Checklist of items that should be included in reports of *cross-sectional studies*

	Item No	Recommendation	Page
Title and abstract	1	(a) Indicate the study’s design with a commonly used term in the title or the abstract	III
		(b) Provide in the abstract an informative and balanced summary of what was done and what was found	III
Introduction			3
Background/rationale	2	Explain the scientific background and rationale for the investigation being reported	3
Objectives	3	State specific objectives, including any prespecified hypotheses	56
Methods			59
Study design	4	Present key elements of study design early in the paper	59
Setting	5	Describe the setting, locations, and relevant dates, including periods of recruitment, exposure, follow-up, and data collection	61
Participants	6	(a) Give the eligibility criteria, and the sources and methods of selection of participants	62
Variables	7	Clearly define all outcomes, exposures, predictors, potential confounders, and effect modifiers. Give diagnostic criteria, if applicable	63
Data sources/ measurement	8*	For each variable of interest, give sources of data and details of methods of assessment (measurement). Describe comparability of assessment methods if there is more than one group	63
Bias	9	Describe any efforts to address potential sources of bias	-----
Study size	10	Explain how the study size was arrived at	63
Quantitative variables	11	Explain how quantitative variables were handled in the analyses. If applicable, describe which groupings were chosen and why	66
Statistical methods	12	(a) Describe all statistical methods, including those used to control for confounding	70
		(b) Describe any methods used to examine subgroups and interactions	70
		(c) Explain how missing data were addressed	-----
		(d) If applicable, describe analytical methods taking account of sampling strategy	70
		(e) Describe any sensitivity analyses	70
Results			
Participants	13*	(a) Report numbers of individuals at each stage of study—eg numbers potentially eligible, examined for eligibility, confirmed eligible, included in the study, completing follow-up, and analysed	75
		(b) Give reasons for non-participation at each stage	75
		(c) Consider use of a flow diagram	75
Descriptive data	14*	(a) Give characteristics of study participants (eg demographic, clinical, social) and information on exposures and potential	75

		confounders	Page
		(b) Indicate number of participants with missing data for each variable of interest	76-105
Outcome data	15*	Report numbers of outcome events or summary measures	-----
Main results	16	(a) Give unadjusted estimates and, if applicable, confounder-adjusted estimates and their precision (eg, 95% confidence interval). Make clear which confounders were adjusted for and why they were included	76-105
		(b) Report category boundaries when continuous variables were categorized	76-99
		(c) If relevant, consider translating estimates of relative risk into absolute risk for a meaningful time period	-----
Other analyses	17	Report other analyses done—eg analyses of subgroups and interactions, and sensitivity analyses	99-105
Discussion			107
Key results	18	Summarise key results with reference to study objectives	110-111
Limitations	19	Discuss limitations of the study, taking into account sources of potential bias or imprecision. Discuss both direction and magnitude of any potential bias	113
Interpretation	20	Give a cautious overall interpretation of results considering objectives, limitations, multiplicity of analyses, results from similar studies, and other relevant evidence	113-120
Generalisability	21	Discuss the generalisability (external validity) of the study results	113-120
Other information			-----
Funding	22	Give the source of funding and the role of the funders for the present study and, if applicable, for the original study on which the present article is based	-----

*Give information separately for exposed and unexposed groups.

Note: An Explanation and Elaboration article discusses each checklist item and gives methodological background and published examples of transparent reporting. The STROBE checklist is best used in conjunction with this article (freely available on the Web sites of PLoS Medicine at <http://www.plosmedicine.org/>, Annals of Internal Medicine at <http://www.annals.org/>, and Epidemiology at <http://www.epidem.com/>). Information on the STROBE Initiative is available at www.strobe-statement.org.

Annex 2

HOJA DE INFORMACION PARA EL VOLUNTARIO

Título del proyecto: **Ensayo de intervención nutricional, aleatorio, doble ciego, controlado con placebo para valorar la eficacia y la seguridad de un yogur desnatado suplementado con *mobilee*TM comparado con un yogur desnatado no suplementado, sobre la función articular, evolución ecográfica y calidad de vida de adultos con gonalgia de baja intensidad.**

Código: CTNS 001_03_2010

Promotor: Bioibérica

Investigador Principal: Dra. Rosa Solà Alberich

Centro: Hospital Universitari Sant Joan de Reus

INTRODUCCIÓN

Nos dirigimos a usted para informarle sobre un estudio de investigación en el que se le invita a participar. El estudio ha sido aprobado por el Comité de Ética de Investigación Clínica correspondiente, de acuerdo a la legislación vigente, la Ley 14/2007, de 3 de julio, de Investigación Biomédica.

Nuestra intención es tan solo que usted reciba la información correcta y suficiente para que pueda evaluar y juzgar si quiere o no participar en este estudio. Para ello lea esta hoja informativa con atención y nosotros le aclararemos las dudas que le puedan surgir después de la explicación.

Además, puede consultar con las personas que considere oportuno.

PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA

Debe saber que su participación en este estudio es voluntaria y que puede decidir no participar o cambiar su decisión y retirar el consentimiento en cualquier momento, sin que se le produzca perjuicio alguno.

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO

Antes de que tome una decisión al respecto, es importante que comprenda el motivo de este estudio y lo que supondrá su participación en el mismo. Por favor, lea detenidamente la siguiente información y decida libremente si desea participar o no.

Se le invita a participar en un proyecto de investigación titulado: **"Ensayo de intervención nutricional, aleatorio, doble ciego, controlado con placebo para valorar la eficacia y la seguridad de un yogur desnatado suplementado con *mobilee*TM comparado con un yogur desnatado no suplementado, sobre la función articular, evolución ecográfica y calidad de vida de adultos con gonalgia de baja intensidad."**, que se realiza en el Hospital Universitario Universitari Sant Joan de Reus y en la Facultat de Medicina i Ciències de la Salut de Reus, por la Dra. Rosa SOLÀ ALBERICH con quien puede ponerse en contacto en el número de teléfono 636 944723 si tiene cualquier pregunta o cualquier problema.

Las **molestias articulares** leves son un problema frecuente en las poblaciones occidentales, especialmente en personas de edad avanzada, que tienen un gran impacto social. El **ácido hialurónico** es un sustancia presente en el líquido sinovial, una reducción de este esta asociado con un aumento de las molestias articulares. Se ha demostrado que la administración de ácido hialurónico por vía oral es absorbido i distribuido correctamente lo que, abre una nueva puerta en el desarrollo de terapias contra las molestias articulares.

El objetivo global del proyecto determinar las diferencias comparativas derivadas del consumo diario de un yogur desnatado suplementado con *Mobilee*TM (extracto

Annex 2

natural rico en ácido hialurónico) respecto a un yogur desnatado no suplementado sobre la fuerza muscular de la articulación afectada, determinada mediante un estudio isocinético.

Para ello se realizará un estudio de intervención nutricional 80 voluntarios a lo largo de 3 meses. En este estudio se harán dos grupos de voluntarios asignados de manera aleatoria. Uno de los grupos tomará yogur desnatado suplementado con *Mobilee*™ y el otro yogur desnatado son suplementación. Este estudio es doble ciego lo que significa que ni el investigador ni el voluntario saben cuál es el yogur que contiene *Mobilee*™ dado que se asignan al azar.

¿EN QUE CONSISTE SU PARTICIPACIÓN EN EL ESTUDIO?

Si usted decide participar en el estudio hará un total de 10 visitas.

Estas visitas se darán a cabo mediante un equipo multidisciplinar que incluye: médico, enfermera, traumatólogo, radiólogo y nutricionista.

La visita de preselección dónde se le realizará:

- entrega de la información para el voluntario y firmar el consentimiento informado
- historia clínica, exploración física y evaluación del cumplimiento de los criterios de inclusión y de exclusión
- extracción sanguínea para descartar otras enfermedades
- valoración de la intensidad del dolor en la rodilla.

Si se confirma que puede participar en el estudio se le propondrá para la siguiente visita.

La visita de inclusión dónde se le realizará:

- valoración de la función muscular
- extracción sanguínea para el perfil bioquímico
- exploración física, medición de las constantes vitales y medición antropométrica
- valoración de diferentes cuestionarios
- valoración de la rodilla mediante una ecografía
- administración de 18 unidades de producto

En las visitas de seguimiento (visita 3, visita 5 y visita 7) se le realizará:

- control de los acontecimientos adversos de la medicación y del cumplimiento del consumo
- valoración de diferentes cuestionarios y registros
- administración de 18 unidades de producto

En las visitas de seguimiento y control (visita 4 y visita 6) se le realizará:

- control de los acontecimientos adversos de la medicación y del cumplimiento del consumo
- exploración física, medición de las constantes vitales y medición antropométrica
- valoración de diferentes cuestionarios y registros
- administración de 18 unidades de producto

En la visita final, se le realizará

- control de los acontecimientos adversos de la medicación y del cumplimiento del consumo
- valoración de la función muscular
- extracción sanguínea para el perfil bioquímico
- exploración física, medición de las constantes vitales y medición antropométrica
- valoración de diferentes cuestionarios y registros
- valoración de la rodilla mediante una ecografía

Annex 2

En total su colaboración implica:

- Ocho visitas en el Hospital.
- Dos pruebas isocinéticas para valorar su función muscular, con duración de 30 minutos cada una
- La visita de preselección durará aproximadamente 30 min.
- La visita de inclusión durará aproximadamente 60 minutos.
- Las visitas 3, 5 y 7 durará aproximadamente 20 minutos.
- Las visitas 4 y 6 durará aproximadamente 35 minutos.
- La visita 8 durará aproximadamente 60 minutos.
- Las extracciones sanguíneas són:
 - En la visita de preselección: 101mL
 - En la visita de inclusión: 20 mL
 - En la visita final: 20 mL
- Obtención de orina: Se recogerán 50 mL en la visita de inclusión y final.

¿QUÉ PRUEBAS SE REALIZAN CON LAS MUESTRAS BIOLÓGICAS?

En la analítica de sangre se determinará su perfil bioquímico y hemograma general. Se reservará suero como reserva para posibles comprobaciones en caso necesario. Las muestras de sangre se guardarán en el banco de muestras biológicas (BioBANC) ubicado en el Hospital Universitari de Sant Joan de Reus bajo la custodia de la Dra Rosa Solà.

ALMACENAMIENTO DE LAS MUESTRAS Y DE LOS DATOS DEL ESTUDIO

Además de solicitar su consentimiento para utilizar su muestra biológica y sus datos solicitamos su consentimiento para poder almacenar parte de la muestra biológica y los datos para futuros estudios relacionados con la biomedicina. Estas muestras y los datos estarán custodiados por la Dra. Rosa SOLÀ y los podrá utilizar en el equipo investigador del Centro Tecnológico de Nutrición y Salud (CTNS) o en colaboración del CTNS con otros investigadores de instituciones públicas o empresas privadas. Las muestras biológicas y los datos serán destruidos cuando la investigadora Dra. SOLÀ considere oportuno.

BENEFICIOS Y RIESGOS PARA EL VOLUNTARIO

Los beneficios del estudio son conocer si el consumo de un alimento habitual en nuestra dieta como el yogur cuando está enriquecido en ácido hialurónico mejora la función muscular de la rodilla, favoreciendo así una mejor calidad de vida

A corto plazo, los resultados obtenidos del estudio pueden beneficiar directamente al participante por haber seguido un control médico y un mejor conocimiento de su estilo de vida. A largo plazo, los resultados beneficiarán a la población en general.

El estudio no supone ningún riesgo excepto los derivados de la extracción.

El yogur que se consumirá no está aún comercializado.

SEGURO

EL CTNS en colaboración con Biolbérica dispone de una póliza de seguros que se ajusta a la legislación vigente y que le proporcionará la compensación e indemnización en caso de menoscabo de su salud producido en relación con su participación en el estudio.

CONFIDENCIALIDAD DE SUS DATOS

El tratamiento, la comunicación y la cesión de los datos de carácter personal de todos los sujetos participantes se ajustará a lo dispuesto en la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre de protección de datos de carácter personal. De acuerdo a lo que

Annex 2

establece la legislación mencionada, usted puede ejercer los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación de datos, para lo cual deberá dirigirse a su médico del estudio.

Los datos recogidos para el estudio estarán identificados mediante un código y solo su médico del

Estudio y colaboradores podrán relacionar dichos datos con usted y con su historia clínica. Por lo tanto, su identidad no será revelada a persona alguna salvo excepciones, en caso de urgencia médica o requerimiento legal.

Sólo se transmitirán a terceros y a otros países los datos recogidos para el estudio que en ningún caso contendrán información que le pueda identificar directamente, como nombre y apellidos, iniciales, dirección, nº de la seguridad social, etc. En el caso de que se produzca esta cesión, será para los mismos fines del estudio descrito y garantizando la confidencialidad como mínimo con el nivel de protección de la legislación vigente en nuestro país.

El acceso a su información personal quedará restringido al médico del estudio/colaboradores, autoridades sanitarias, al Comité Ético de Investigación Clínica y personal autorizado por el promotor, cuando lo precisen para comprobar los datos y procedimientos del estudio, pero siempre manteniendo la confidencialidad de los mismos de acuerdo a la legislación vigente.

Este estudio así como el proceso de desarrollo del mismo se realizarán bajo la LEY 14/2007 de 3 de julio, de Investigación Biomédica. Sus datos se guardarán en ficheros informatizados especialmente diseñados para la investigación y no aparecerá ni su nombre ni ningún dato que lo pueda identificar. Se garantiza la absoluta confidencialidad de los datos genéticos obtenidos del estudio. Una vez finalizado el estudio la base de datos creada estará tutelada por la investigadora principal Dra Rosa SOLÀ.

El proyecto ha sido aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica (CEIC) del hospital Universitari de Sant Joan.

Por todo lo comentado, su participación en el estudio es totalmente voluntaria. Puede negarse a participar o dar por terminada su participación en cualquier momento del estudio, sin suponerle esto penalización ni pérdida de los beneficios a los que Ud. tiene derecho. Si da por terminada su participación no se le discriminará en su asistencia médica o en su participación en otros posibles estudios. Además los investigadores pueden dar por terminada su participación sin su consentimiento.

Así mismo, se requiere de Ud., la máxima discreción en cuanto a proporcionar datos del estudio a terceros, preservando así la confidencialidad empresarial requerida por el promotor.

Annex 3

FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Estudio de intervención nutricional aleatorio, doble ciego, controlado con placebo, para valorar la eficacia y la seguridad de un yogur desnatado suplementado con Mobilee™ comparado con un yogur desnatado no suplementado, sobre la función articular, evolución ecográfica y calidad de vida de adultos con gonalgia de baja intensidad

PROYECTO CENIT SENIFOOD

Código Estudio CTNS 001_03_2010

Promotor: Bioibérica SA, en colaboración con el Centro Tecnológico de Nutrición y Salud (CTNS)

Investigador Principal: Dra. Rosa Solà Alberich

Centro: Hospital Universitari Sant Joan de Reus

Annex 3

Estudio de intervención nutricional aleatorio, doble ciego, controlado con placebo, para valorar la eficacia y la seguridad de un yogur desnatado suplementado con Mobilee™ comparado con un yogur desnatado no suplementado, sobre la función articular, evolución ecográfica y calidad de vida de adultos con gonalgia de baja intensidad (CENIT-SENIFOOD)

Yo (nombre y apellidos)

- he leído la hoja de información que se me ha entregado.
- he podido hacer preguntas sobre el estudio.
- he recibido suficiente información sobre el estudio.
- he hablado con: **(investigador)**

Comprendo que mi participación es voluntaria.

Comprendo que puedo retirarme del estudio:

- 1º Cuando quiera.
- 2º Sin tener que dar explicaciones.
- 3º Sin que esto repercuta en mis cuidados médicos.

Presto libremente mi conformidad para participar en el estudio y doy mi consentimiento para el acceso y utilización de mis datos en las condiciones detalladas en la hoja de información.

Accedo a que las muestras de sangre obtenidas para el estudio puedan ser utilizadas en el futuro para nuevos análisis relacionados con la enfermedad o fármacos del estudio no previstos en el protocolo actual y estudios genéticos.

Consiento que parte de la muestra biológica y los datos se guarde en el BIOBANC para futuros estudios relacionados con biomedicina. **Sí o No**

Fecha:

Firma del participante:

Fecha:

Firma del investigador:

Según la Ley Orgánica 15/1999 de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, el consentimiento para el tratamiento de sus datos personales y para su cesión es revocable. Vd. puede ejercer el derecho de acceso, rectificación y cancelación dirigiéndose al investigador, el cual lo pondrá en conocimiento del promotor. Este proyecto está de acuerdo con la Ley 14/2007, de 3 de julio, de Investigación Biomédica.

Annex 4



DE: DR. JOSEP M. ALEGRET COLOMÉ
A: DR. DANIEL MARTÍNEZ
A: DRA. ROSA SOLÀ ALBERICH

- SECRETARIO COMITÈ D'ÈTICA
- BIOIBÉRICA
- SERVEI MEDICINA INTERNA

Asunto: CTNS 001_03_2010 (SENIFOOD)

Ref.: 10-04-29/4assN1

Apreciado Dr. Martínez,

Le comunico que en la reunión del CEIC del pasado 29 de Abril de 2010 se evaluó la documentación del protocolo con el título **"Ensayo de intervención nutricional aleatorio, doble ciego, controlado con placebo, para valorar la eficacia y la seguridad de un yogur desnatado suplementado con mobilee™ comparado con un yogur desnatado no suplementado, sobre la función articular, evolución ecográfica y calidad de vida de adultos con gonalgia de baja intensidad"**.

Código protocolo: CTNS 001_03_2010

Promotor: Bioibérica

Protocolo: v.1 de 12 Abril 2010

Hoja de información para el participante: abril 2010

- Este Comité considera el ensayo a nivel local **Favorable**.

Cordialmente,

Dr. Josep M. Alegret Colomé
Comitè d'Ètica d'Investigació Clínica
Hospital Universitari Sant Joan de Reus

Reus, 29 de Abril de 2010

C/. Sant Joan, s/n. 43201 - REUS
Tel. Directe: 977 30 85 51
Tel. HUSJR: 977 31 03 00 - Ext. 5547
ceic@hospitalsantjoan.com

Annex 4



Comitè d'Ètica d'Investigació Clínica



ENSAYO NUTRICIONAL CÓDIGO: CTNS 001_03_2010

TÍTULO: "Ensayo de intervención nutricional aleatorio, doble ciego, controlado con placebo, para valorar la eficacia y la seguridad de un yogur desnatado suplementado con mobilise™ comparado con un yogur desnatado no suplementado, sobre la función articular, evolución ecográfica y calidad de vida de adultos con gonalgia de baja intensidad."

Código protocolo: CTNS 001_03_2010

Promotor: Bioibérica

Protocolo: v.1 de 12 Abril 2010

Hoja de información para el participante: abril 2010

D. JOSEP M. ALEGRET COLOMÉ, Secretario del COMITÉ DE ÉTICA DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA DEL HOSPITAL UNIVERSITARI SANT JOAN DE REUS,

HACE CONSTAR QUE:

1º En las reuniones celebradas el los días 13 y 29 de Mayo de 2010, acta 04/10 se decidió emitir **Informe local favorable** correspondiente al estudio de referencia para que se realice en el **Hospital Universitari Sant Joan de Reus** por la Investigadora Principal **Dra. Rosa Solà Alberich** del servicio de **Medicina Interna**.

2º En dicha reunión se cumplieron los requisitos establecidos en la legislación vigente – Real Decreto 223/2004 y Ley 14/2007 de 3 de Julio– para que la decisión del citado CEIC sea válida.

3º El CEIC del Hospital Universitario Sant Joan de Reus, tanto en su composición, como en los PNT cumple con las normas de BPC (CPMP/ICH/135/95).

4º La composición actual del CEIC de Sant Joan de Reus es la siguiente:

Presidente

Dr. Jorge Joven Mariel,
Director de los Laboratorios Clínicos del Hospital Universitario Sant Joan de Reus. Representante de la Comisión de Investigación.

Secretario

Dr. Josep M. Alegret Colomé
Cardiólogo. Servicio de Medicina Interna del Hospital Universitario Sant Joan de Reus

Vocales

Dr. Joan Fernández Ballart
Professor Titular de la Facultat de Medicina, Universitat Rovira i Virgili.

Dra. Elisabet Vilella Cuadrada
Departament de Formació i Investigació de l'Hospital Psiquiàtric Universitari Institut Pere Mata. Representant de la Comissió d'Investigació.

Dr. Jordi Maillo Mirón
Catedràtic de Farmacologia, Facultat de Medicina, Universitat Rovira i Virgili.

Sra. Mercè Vilella Papaseit

Representant de la Societat Civil.

Dr. Francesc Xavier Sureda Batlle
Professor Titular de Farmacologia. Universitat Rovira i Virgili.

Sra. Maria José Rojas Cecilia

Diplomada Universitària d'Infermeria. Servei de Medicina Interna de l'Hospital Universitari Sant Joan.

C/ Sant Joan, s/n. 43201 – REUS
Tel. Directe: 977 30 85 51
Tel. HUSJR: 977 31 03 00 – Ext. 5547
ceic@grupsadegesa.com

Annex 4



Comitè d'Ètica d'Investigació Clínica



Sr. Pere López Bruno.
Director de Comunicació i Relacions Externes Grup Sagessa.
Sra. M^a Mar Granell Barceló
Advocada i Assessora Jurídica del Comitè.
Sra. M^a Francisca Jiménez Herrera
Professora d'Ètica i Legislació en la "Universitat Rovira i Virgili" Departament d'Infermeria. Màster en Bioètica i Dret.
Dra. Montserrat Boj Borbones
Servei de Farmàcia de l'Hospital Universitari Sant Joan
Dra. Isabel Rosich Martí
Farmacèutica Atenció Primària
Dr. Joaquín Escribano Súblas
Metge del Servei de Pediatria. Representant de la Comissió de Bioètica Assistencial. Membre de la comissió d'investigació.
Dra. Núria Plana Gil
Metge Adjunt del Servei de Medicina Interna de l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus. Pediatra.
Dra. Cristina Martí Blanco
Metge Adjunt Servei Oncologia : Hospital Universitari Sant Joan de Reus.



Para que conste donde proceda, y a petición del Promotor Bioibérica.

Lo que firmo en Reus a 29 de Abril de 2010.

Fdo.: Dr. Josep M. Alegret Colomé

C/ Sant Joan, s/n. 43201 – REUS
Tel. Directe: 977 30 85 51
Tel. HUSJR: 977 31 03 00 – Ext. 5547
ceic@grup sagessa.com

Annex 5

	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI	
Procediment Normalitzat de Treball Metodològic		
NOM DE LA TÈCNICA		
PNT-PO0703-URLA-00	Revisió: 00	Data: 24-07-2008
		Pàgina: 1 de 5

1. Fonament i objectiu
Estudiar i avaluar la força, el treball, la resistència i la potencia muscular.
2. Espècimen
No procedeix.
3. Documentació relacionada
No aplica
4. Definicions
<p>Valoració isocinètica: Medició de la força muscular dinàmica amb un dispositiu (dinamòmetre isocinètic) que proporciona una resistència a velocitat constant i recull el moment de força exercida pel múscul contra la mateixa.</p> <p>Útil: Assessorí que s'adapta al dinamòmetre per realitzar la prova en funció de l'extremitat a valorar.</p>
5. Historial de revisions
<p>Calibració mensual de l'aparell</p> <ul style="list-style-type: none"> - Col·locar el dinamòmetre en la posició 0 (cero) de l'eix del Biodex marcat per la fletxa. NOTA: De forma que queda al davant del seient; i a 0 graus de rotació d'esquena al seient. - Iniciar programa informàtic del Biodex. - Anar a "archivo". - Anar a verificar "calibración". - Escriure el nom de l'usuari en el camp buit de la pantalla "verificación realizada por:". Nota: El camp buit està marcat en color vermell. - Seguir les instruccions indicades en la pantalla de l'ordinador. NOTA: A l'acoplar "el complemento largo de hombro", observar que la R de l'útil ha de coincidir amb punt gravat del dinamòmetre. - Clicar la tecla Hold/Resume NOTA: és la única de col·lor negra. - Apretar la tecla de l'ordinador "Asignar ROM" - Seleccionar "costat que es vulgui estudiar". - Seguir les instruccions marcades a la pantalla negra NOTA: el terme "asignar" marcat a les instruccions equival al boto "fixar" de la pantalla general. NOTA: el punt 4 hi posa: clicar sobre la tecla "calibrar posición". - Apretar "continuar" - Continuar seguint les instruccions de la nova pantalla. NOTA: no forçar, té marcat "el tope" - Apretar la tecla negra del dinamòmetre. - Continuar seguint les instruccions de la pantalla. Punt 5 - Pujar l'útil fins a 90° - Apretar "inicio" - Col·locar la peça de calibració NOTA: deixar anar la peça suament - Clicar verificar calibració. NOTA: En resultat fica si és vàlida o no - Treure la peça de calibració - Pulsar stop (de la pantalla) 2 vegades NOTA: Si anem a informe surten totes les dades de dia, hora, qui ha fet la cal·libració i si és correcte.

Modificacions efectuades	No de Revisió	Data

Elaborat per:	Aprobat per: Lab-Manager i Responsable de qualitat
---------------	--

Aquest document en suport paper es considera document no controlat

Annex 5

	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI	
Procediment Normalitzat de Treball Metodològic		
NOM DE LA TÈCNICA		
PNT-PO0703-URLA-00	Revisió: 00	Data: 24-07-2008
		Pàgina: 2 de 5

6. Solucions, reactius i materials

No aplica

Nom de la solució:	Volum final:		
pH	Manipulació prèvia:	Conservació:	
Reactiu	Referència / marca	Concentració final	Quantitat (unitats)

Nom de la solució:	Volum final:		
pH	Manipulació prèvia:	Conservació:	
Reactiu	Referència / marca	Concentració final	Quantitat (unitats)

Nom de la solució mare:	Volum final:		
pH	Manipulació prèvia:	Conservació:	
Solució Mare	Referència / marca	Concentració final	Quantitat (unitats)

Nom de la solució mare:	Volum final:		
pH	Manipulació prèvia:	Conservació:	
Solució Mare	Referència / marca	Concentració final	Quantitat (unitats)

Material	Capacitat	Tractament Previ	Observacions

7. Instrumentació i equips:

Equip	Ubicació	Núm. Inventari	Núm. PNT-EE	Observacions
Biodex System 3	Hospital Sant Universitari Sant Joan. Aula "Metge rehabilitador".	-	-	Falta inventariar

8. Precaucions

9. Procediment

- Encendre primer l'interruptor negre de corrent primer. **NOTA:** es troba a la part posterior te la taula que conte l'ordinador.

Elaborat per:	Aprobat per: Lab-Manager i Responsable de qualitat
Aquest document en suport paper es considera document no controlat	

Annex 5

 UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI			
Procediment Normalitzat de Treball Metodològic NOM DE LA TÈCNICA			
PNT-PO0703-URLA-00	Revisió: 00	Data: 24-07-2008	Pàgina: 3 de 5

- Encendre els interruptors verds que es troba al costat de l'interroptor verd.
 - Encendre la torre del ordinador i de la pantalla.
 NOTA: A l'obrir-se l'ordinador s'autocalibra el dinamòmetre.
 ATENCIÓ: no pot haver-hi cap útil penjat durant la calibració.
 NOTA: El programa Biodex s'obre automàticament

- Apretar Paciente a la pantalla de l'ordinador
- Introduir les dades del pacient
- Guardar canvis
- Apretar Protocol a la pantalla de l'ordinador
- Clicar favoritos
- Escollir protocol "ISORODILLA", NOTA: es troba dins de CON/CON Bilateral
- Col·locar el seient a 90° de rotació

NOTA: s'observa sota del seient a la cara anterior. Es modifica amb la roda que hi ha sota del agafa mans dret o esquerra (es indiferent utilitzar el dret o esquerra)

- Col·locar el voluntari al seient del isocinètic
- Cara posterior del genoll a aproximadament un dit de separació del seient
- Regular el respall

NOTA: amb la roda inferior que es troba darrera del seient

- Regular el reposacaps

NOTA: amb la roda superior que es troba darrera del seient

- Inclinar el seient a 85°

NOTA: sempre a d'estar a 85°

- Desplaçar el seient endavant o endarrera per fer coincidir perpendicularment el eix del dinamòmetre amb els còndils femorals

NOTA: trepitjant la palanca que hi ha a la part inferior paral·lel al seient (es indiferent utilitzar el dret o esquerra)

- Desplaçar el seient amunt o a baix per fer coincidir perpendicularment el eix del dinamòmetre amb els còndils femorals

NOTA: trepitjant la rodona que hi ha a la part inferior darrera del seient (una puja i l'altra baixa, està indicat amb unes fletxes)

- Moure el dinamòmetre de forma que el seu eix quedi a una distància de dos dits de la cara externa del genoll. NOTA: Trepitjar la palanca que hi ha a la part inferior del dinamòmetre.
- Posar l'útil a 90° amb la cama a valorar
- Apretar la tecla negra del dinamòmetre per bloquejar
- Regular la posició de la turmellera perquè quedi dos dits per sobre del maleol

NOTA: La posició es regula amb la roda inferior de l'útil

- Fixar turmell amb turmellera
- Apretar la tecla negra del dinamòmetre per desbloquejar
- Fixar al voluntari a la cadira amb la corretja abdominal
- Fixar al voluntari a la cadira amb les dos corretges pectorals
- Fixar la cuixa del genoll a valorar. NOTA: no fixar fort per l'augment del volum muscular que es produirà al realitzar la prova
- Apretar Set ROM a la pantalla de l'ordinador
- Clicar Chair Settings
- Introduir dades de posició de la cadira
- Clicar continuar
- Seleccionar dreta o esquerra (genoll a valorar)
- Clicar Clear limits
- Moure l'útil fins una extensió còmode pel voluntari
- Clicar Set de Límits d'extensió
- Moure l'útil fins una flexió de 90°-95° còmode pel voluntari
- Clicar Set de Límits de flexió
- Apretar Calibrar posició
- Moure l'útil fins l'extensió màxima
- Apretar tecla negra del dinamòmetre per bloquejar
- Clicar Limb Weight. NOTA: clicar 2 o 3 vegades per veure que no canvia el resultat
- Apretar tecla negar del dinamòmetre per desbloquejar per col·locar el genoll flexionat
- Apretar continuar

Elaborat per: _____ Aprovat per: Lab-Manager i Responsable de qualitat

Aquest document en suport paper es considera document no controlat

Annex 5

	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI	
Procediment Normalitzat de Treball Metodològic		
NOM DE LA TÈCNICA		
PNT-PQ0703-URLA-00	Revisió: 00	Data: 24-07-2008 Pàgina: 4 de 5

- Apretar Report a la pantalla de l'ordinador
- Clicar la tecla d'inici
- Moure la cama del voluntari fins al límit de flexió i extensió 10 vegades. NOTA: precalentament
- Aturar la cama del voluntari en la flexió. NOTA: als pocs segons d'estar aturats sonarà una senyal acústica que indica l'inici de la prova.
- Inici de la prova
- Finalització de la prova
- Guardar límits. NOTA: al finalitzar la prova l'ordinador pregunta automàticament si es volen guardar els límits establerts per l'altre genoll. Clicar Sí
- Treure fixació turmell
- Treure útil del dinamòmetre
- Treure fixació cuixa
- Moure el seient cap endarrera
- Moure el dinamòmetre cap a l'altre costat col·locant-lo en la mateixa posició que es trobava en el genoll que ha realitzat la prova
- Rotar el dinamòmetre 180°
- Moure el seient cap endavant fins a la posició que es trobava anteriorment
- Col·locar útil del genoll corresponent
- Posar l'útil a 90° amb la cama a valorar
- Apretar la tecla negra del dinamòmetre per bloquejar
- Regular la posició de la turmellera perquè quedi dos dits per sobre del maleol
- NOTA: La posició es regula amb la roda inferior de l'útil
- Fixar turmell amb turmellera
- Apretar la tecla negra del dinamòmetre per desbloquejar
- Fixar la cuixa del genoll a valorar. NOTA: no fixar fort per l'augment del volum muscular que es produirà al realitzar la prova
- Apretar Set ROM en la pantalla de l'ordinador
- Clicar AUTOSET ROM
- Moure l'útil cap a la flexió i extensió fins que es marqui en verd en la pantalla de l'ordinador tota l'amplitud de moviment guardada. NOTA: per moure l'útil s'han de apretar els botons blaus del dinamòmetre
- Clicar continuar
- Apretar Calibrar posició
- Moure l'útil fins l'extensió màxima
- Apretar tecla negra del dinamòmetre per bloquejar
- Clicar Limb Weight. NOTA: clicar 2 o 3 vegades per veure que no canvia el resultat
- Apretar tecla negar del dinamòmetre per desbloquejar per col·locar el genoll flexionat
- Apretar continuar
- Apretar Report a la pantalla de l'ordinador
- Clicar la tecla d'inici
- Moure la cama del voluntari fins al límit de flexió i extensió 10 vegades. NOTA: precalentament
- Aturar la cama del voluntari en la flexió. NOTA: als pocs segons d'estar aturats sonarà una senyal acústica que indica l'inici de la prova.
- Inici de la prova
- Finalització de la prova

10. Verificació de la tècnica i interpretació de resultats

11. Guia de problemes


Problema	Possible causa	Solució

Elaborat per:

Aprobat per: Lab-Manager i Responsable de qualitat

Aquest document en suport paper es considera document no controlat

Annex 5

	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI	
Procediment Normalitzat de Treball Metodològic		
NOM DE LA TÈCNICA		
PNT-PO0703-URLA-00	Revisió: 00	Data: 24-07-2008
Pàgina: 5 de 5		
12. Referències		
13. Control de la documentació		
14. Annexos		

Elaborat per:	Aprobat per: Lab-Manager i Responsable de qualitat
Aquest document en suport paper es considera document no controlat.	

